



ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

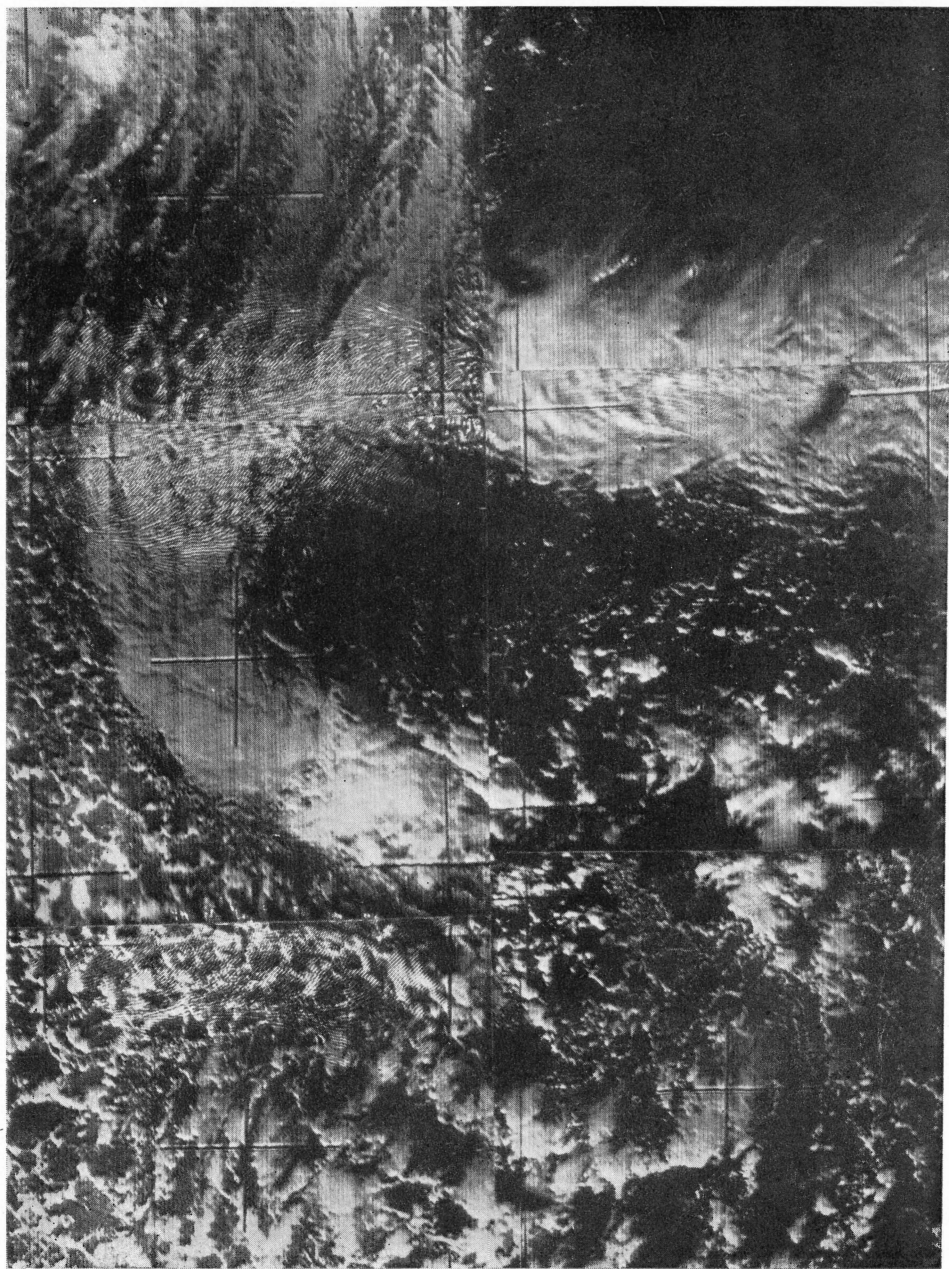
4

1 9 6 7

АСТРОЛОГИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



Телевизионное изображение облачного вихря, соответствующего циклону, над Тихим океаном северо-западнее Сан-Франциско. Снимок получен с ИСЗ «Космос-144» 12 марта 1967 г. в 2 часа 46 минут московского времени. Широкая светлая полоса справа налево — облачность холодного фронта и фронта окклюзии (фронт окклюзии образуется от смыкания холодного и теплого фронтов). В нижней части снимка — конвективная ячеистая облачность.

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год



ИЮЛЬ—АВГУСТ

4 1967

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
Москва

В НОМЕРЕ

С. Л. Мандельштам — Рентгеновское излучение Солнца	2
С. П. Хромов — Погода завтра	11
П. Г. Куликовский — Из истории советской астрономии [1940—1950]. Хроника. Фотодокументы	17
Ф. Райнес — Нейтринная астрономия	24
Л. Б. Бернштейн — Прилив покоряется	34

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Б. А. Петрушевский — На Тихоокеанском конгрессе в Японии	46
А. Э. Воскобойников — На философских рубежах астрономии	55
И. Д. Новиков — Проблемы релятивистской астрофизики	58

ПО ОБСЕРВАТОРИЯМ И ИНСТИТУТАМ

В. П. Щеглов — Самаркандская обсерватория Улугбека	62
--	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

А. Д. Марленский, В. Ф. Заболотный — Астрономические наблюдения в сентябре — октябре 1967 года	69
А. Н. Подъяпольский — Труба и установка самодельного телескопа	72
Пленум Центрального совета Всесоюзного астрономо-геодезического общества	80

ФАНТАСТИКА

Я. Уильямсон — Химическое растение	82
------------------------------------	----

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

В. А. Орлов — Советские марки об исследованиях Антарктиды	89
---	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

И. А. Хвостиков — Двойной юбилей	91
В. А. Бронштэн, М. М. Шемякин — Об изготовлении самодельных рефлекторов с металлическим зеркалом	93
В. Г. Фесенков, Л. М. Мухин — «Жизнь вне Земли»	94

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Солнечное затмение редкого вида [33]; Климат планеты в далеком будущем и в ближайшую тысячу лет [54]; Скорость приливного течения подо льдом [54]; Маленький астроном [61]; Кой-Крылган-Кала — обсерватория Древнего Хорезма [68].

На обложке: 1-я стр. — Фотография Солнца в области длин волн 170—200 Å. Снимок сделан на высоте 500 км с борта геофизической ракеты. Стрелкой показана рентгеновская вспышка на Солнце (к статье С. Л. Мандельштама).

4-я стр. — Созвездие Лебедя и интересные объекты в нем (к статье А. Д. Марленского и В. Ф. Заболотного).

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СОЛНЦА

С. Л. МАНДЕЛШТАМ,
доктор физико-математических наук

Предсказанное теорией рентгеновское излучение Солнца, а также Луны непосредственно зарегистрировано аппаратурой, установленной на ракетах и спутниках. Оно рождается в активных областях солнечной короны, имеющих температуру несколько миллионов градусов. Удалось сфотографировать Солнце во время вспышки рентгеновского излучения, которая не сопровождалась оптической вспышкой.

Один из важных результатов космической эры — обнаружение и исследование коротковолнового, в частности рентгеновского, излучения Солнца. Это серьезное достижение физиков и астрофизиков стало возможным только

благодаря появлению в арсенале ученых спутников и ракет.

Как известно, земная атмосфера полностью поглощает все приходящее из Космоса электромагнитное излучение с длиной волны короче

2900 ангстрем ($\text{\AA}$). К наблюдателю на Земле проникает лишь излучение с длинами волн от 2900 $\text{\AA}$ до 15 мк и от нескольких сантиметров до нескольких метров (рис. 1). Через первое — оптическое «окно» в земной атмосфере,

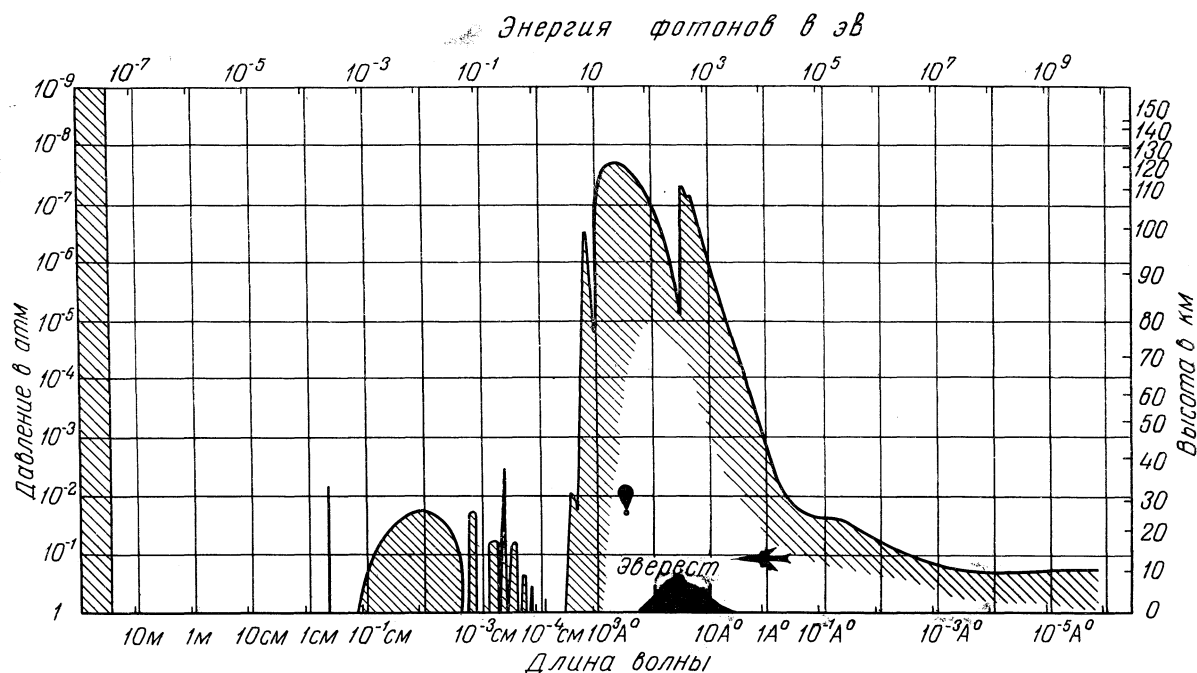


Рис. 1. Глубина проникновения в земную атмосферу электромагнитного излучения различных длин волн — кривая соответствует ослаблению падающего излучения в 10 раз

включающее в себя видимую область спектра и прилегающие к ней близкую ультрафиолетовую и близкую инфракрасную области, ведут наблюдения астрономы. Второе окно, расположенное в радиодиапазоне, заняли радиоастрономы. Физикам, в соответствии с известной непоседливостью натуры, остается лишь лезть на «крышу». Действительно, земная атмосфера практически «непробиваема» для излучения с другими длинами волн. В коротковолновой области поглощают молекулы озона, азота и кислорода, а также атомы азота и кислорода, в длинноволновой — пары воды и углекислый газ.

Неоднократно делались попытки расширить область спектра, доступную для наблюдений, в частности исследовать коротковолновое излучение Солнца, поднимая аппаратуру на высокие горы и на аэростатах. Все эти попытки были неудачны. Как мы теперь знаем, поглощающее действие земной атмосферы настолько велико, что коротковолновое излучение Солнца и других небесных тел не доходит даже до высот, на которые поднимаются высотные самолеты и стратостаты. Выводя аппаратуру с помощью спутников и ракет за пределы земной атмосферы, мы впервые получили возможность непосредственно изучать всю информацию, приносимую электромагнитными волнами из Вселенной.

Естественно, что первым объектом исследования явилось коротковолновое излучение Солнца*. Наличие у

Солнца этого сравнительно мощного излучения предполагалось уже давно на основании исследований ионосферы Земли, которая образуется в результате ионизации молекул и атомов верхней атмосферы далеким ультрафиолетовым и мягким рентгеновским излучением Солнца. Однако долгое время оставалась неясной природа коротковолнового излучения Солнца, ибо коротковолновый поток излучения солнечной фотосферы, имеющей температуру примерно 5700°K , недостаточен для образования ионосферы.

Разгадка пришла сразу с двух сторон. В спектре солнечной короны во время солнечных затмений, а также с помощью специальных приборов — коронографов видно около 20 спектральных линий. Их долго не удавалось приписать ни одному из известных химических элементов. В 1942 г. шведский физик Б. Эдлен, используя идею немецкого спектроскописта В. Гроттриана, доказал, что эти линии принадлежат высокоионизованным атомам железа, никеля и других элементов, содержащихся в атмосфере Солнца. Присутствие этих ионов в короне свидетельствует о том, что температура ее порядка 1 млн. градусов.

Это подтвердилось совсем с другой стороны. Во время второй мировой войны английские радарные станции, установленные на восточном берегу Англии и работавшие на метровом диапазоне, часто давали ложные сигналы. Оказалось, что сигналы обусловлены радиоизлучением Солнца. Советские ученые В. Л. Гинзбург и И. С. Шкловский в 1946 г. теоретически

показали, что радиоизлучение Солнца на метровом диапазоне генерируется солнечной короной, температура которой должна быть порядка 1 млн. градусов. В 1947 г. этот вывод экспериментально подтвердили сотрудники Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР С. Э. Хайкин и Б. М. Чихачев во время полного солнечного затмения. Позднее И. С. Шкловский, а также С. Вулли и Р. Аллен (Англия) рассчитали, что плазма короны, находящаяся при электронной температуре примерно $1 \cdot 10^6^\circ\text{K}$, и верхней хромосферы с температурой $1 \cdot 10^4^\circ\text{K}$ являются источниками коротковолнового ультрафиолетового излучения, простирающегося вплоть до рентгеновской области спектра. Вся совокупность этих данных поставила поновому вопрос о коротковолновом излучении Солнца и показала большое теоретическое и прикладное значение этого излучения.

По сравнению с общим потоком солнечного излучения поток коротковолнового излучения невелик. Весь поток с длиной волны короче 3000 Å составляет около 1,5% полного излучения Солнца ($1,4 \times 10^6 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек}$), а поток излучения с длинами волн короче 100 Å еще в 10^4 — 10^5 раз меньше. Однако коротковолновое излучение существенно влияет на земную атмосферу: оно диссоциирует молекулы азота и кислорода на атомы, способствует образованию новых молекул и вызывает ионизацию молекул и атомов. Коротковолновое излучение Солнца контролирует состав и плотность верхней атмосферы Земли, что, в свою очередь, влияет на приток

* См. Г. М. Никольский. Коротковолновое излучение Солнца. «Земля и Вселенная», № 4, 1966 г.

тепла к нижним слоям атмосферы и уход тепла от Земли. Электроны, получаемые при ионизации атомов и молекул, образуют ионосферу, от состояния которой зависит радиосвязь на Земле. Не менее важно исследование коротковолнового излучения Солнца и для проблем физики Солнца. Примерно в области 1600—1500 Å излучение фотосферы спадает до минимума, и более коротковолновое излучение дает сведения о хромосфере и короне Солнца. Наконец, коротковолновое излучение Солнца оказывает значительное воздействие фотохимического характера на поверхностные свойства некоторых материалов, поэтому его исследование важно и для возникающей сейчас космической технологии.

Непосредственные экспериментальные наблюдения коротковолнового излучения Солнца начал в 1946—1947 гг. Р. Тауси (США) с помощью трофейных немецких ракет ФАУ-2. В 1948 г. Т. Бурнайту, а в 1949 г. Г. Фридману (США) также с ракетами ФАУ-2 удалось зарегистрировать рентгеновское излучение Солнца, которое затем детально изучали Г. Фридман и его сотрудни-

ки. В СССР эти работы были начаты в конце 40-х и начале 50-х годов А. В. Яковлевой в Государственном оптическом институте и С. Л. Мандельштамом в Физическом институте имени П. Н. Лебедева АН СССР (ФИАН).

В этой статье кратко излагаются результаты выполненных в ФИАН исследований мягкого рентгеновского излучения Солнца. Следует заметить, что разграничение на коротковолновую ультрафиолетовую и мягкую рентгеновскую области спектра весьма условно — в качестве границы, исключительно для удобства терминологии, обычно принимается 100 Å.

Общий поток солнечного излучения в области короче 100 Å, как уже указывалось, невелик. Поэтому вначале мы ограничились исследованием этого излучения в отдельных спектральных участках, которые выделялись с помощью фильтров. В качестве приемников излучения на ракетах и спутниках Земли были установлены счетчики фотонов с окнами из бериллиевой и алюминиевой фольги, тонкой слюды и органической пленки, выделявших спектральные участ-

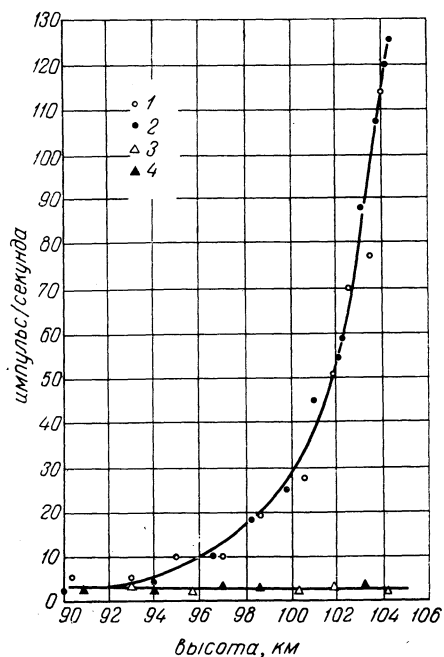
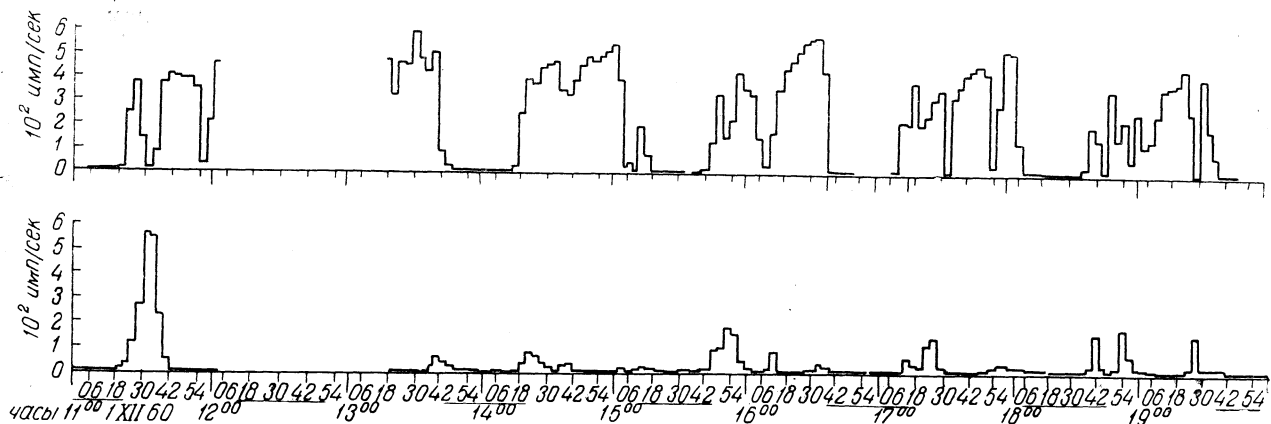


Рис. 2. Измерения интенсивности рентгеновского излучения Солнца в области 2—10 Å при вертикальном подъеме геофизической ракеты 21 июля 1959 г. 1, 2 — показания рабочего счетчика (подъем, спуск); 3, 4 — показания контрольного счетчика (подъем, спуск)

ки 2—10 Å, 8—18 Å и 40—60 Å. Эти счетчики очень чувствительны: примерно каждый третий фотон, попавший в счетчик, вызывает электрический импульс. Бортовая



электронная аппаратура подсчитывала импульсы и результаты передавались на Землю. Почти во всех наших опытах специальные следящие устройства автоматически наводили счетчики фотонов на Солнце и поддерживали направление счетчиков на Солнце при вращении спутника. Заметим, что к аппаратуре, поднимаемой на спутниках и ракетах, предъявляются исключительно высокие требования.

Аппаратура должна не только надежно работать в очень трудных условиях высокого вакуума и широкой области температур, но иметь малый вес и габариты и малое потребление электроэнергии.

Траектории полета спутников и космических станций пересекают радиационные пояса, окружающие Землю. Электроны, входящие в состав поясов, также вызывают импульсы в счетчиках, частично обусловленные проникновением электронов через окна счетчиков, частично — тормозным излуче-

нием. В ряде опытов применялась магнитная экранировка входных окон счетчиков и использовались контрольные счетчики. Последние идентичны рабочим счетчикам, однако имеют на входном окне дополнительную золотую и серебряную фольгу, которая, не снижая чувствительности к электронам, делает контрольные счетчики нечувствительными к рентгеновскому излучению Солнца. Эти счетчики помогают выделить участки траекторий, свободные от помех, вызванных радиационными поясами.

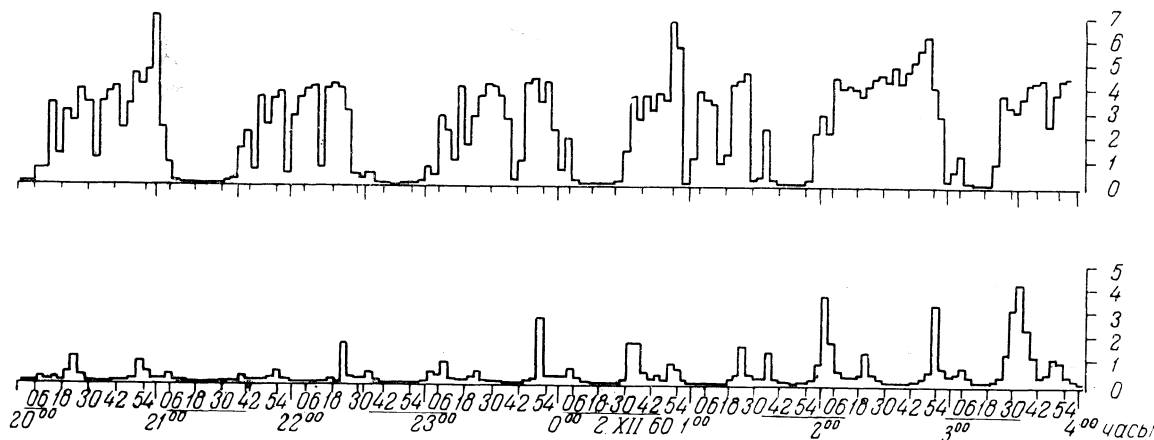
На рис. 2 представлены результаты измерений излучения Солнца в области 2—10 Å, выполненных 21 июля 1959 г. при вертикальном пуске геофизической ракеты на высоту около 105 км. Видно, что заметное рентгеновское излучение появилось на высоте около 92 км над поверхностью Земли. Поток излучения в области короче 10 Å составил примерно $7 \cdot 10^{-4}$ эрг/см²·сек.

Ракетные измерения дают значение потока рентгеновского излучения в данный момент времени.

Результаты измерений потока солнечного излучения также в области короче 10 Å, полученные на корабле-спутнике за промежуток времени около суток, приведены на рис. 3. Горизонтальные штрихи под шкалой времени соответствуют нахождению корабля в области земной тени. Общий уровень рентгеновской радиации Солнца оставался в течение суток примерно постоянным и равнялся $(2-3) \cdot 10^{-4}$ эрг/см²·сек.

Результаты более длительных — полуторамесячных (с 30 января по 16 марта 1964 г.) — измерений потока солнечной радиации в областях 2—10 Å и 8—18 Å были выполнены с помощью научной станции «Электрон-2» и даны на рис. 4, а и б. Как видно из этого рисунка, поток излучения, в особенности для участка 2—10 Å, испытывает весьма большие вариации. На этом же рисунке приведены другие характеристики солнечной активности, с которыми, в общем, хорошо коррелирует поток рентгеновского излучения. Например, сильное увеличе-

Рис. 3. Измерения интенсивности рентгеновского излучения Солнца 1—2 декабря 1960 г. в области 2—10 Å, выполненные на корабле-спутнике. Угол наклона орбиты около 65°, высота перигея 187 км, высота апогея 265 км. Вверху — данные измерительных счетчиков, внизу — контрольных



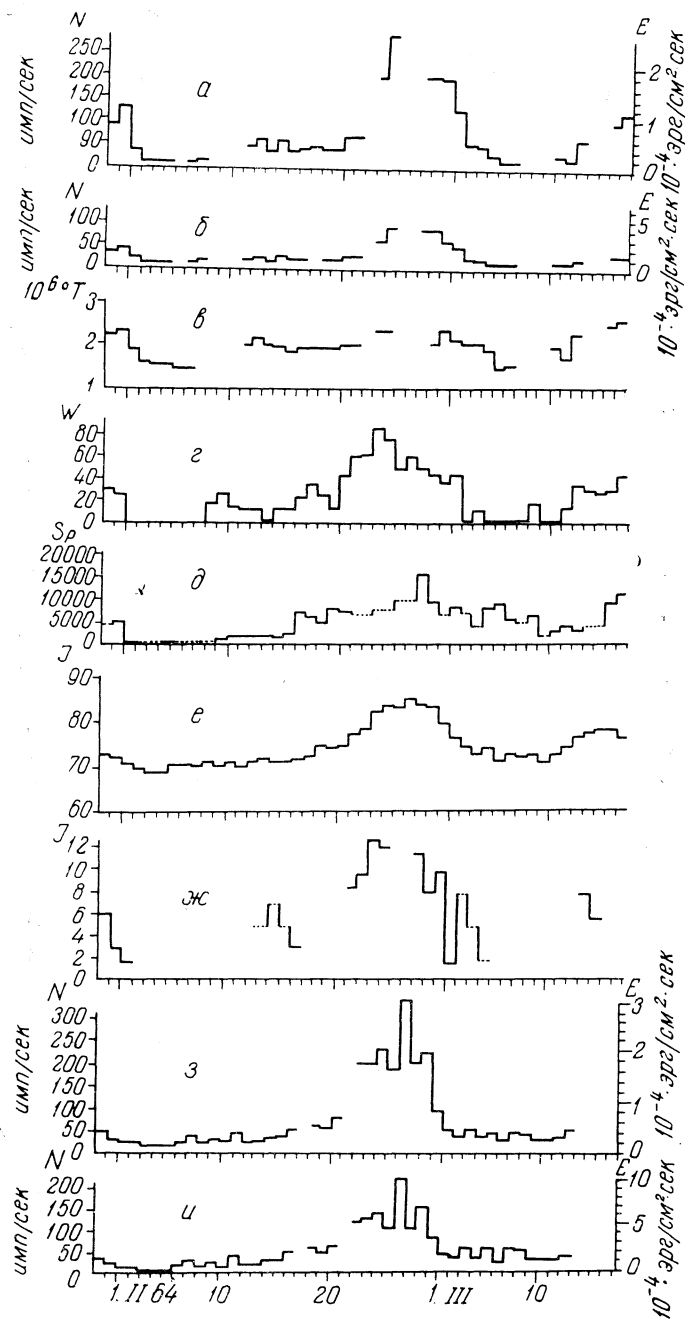


Рис. 4. Интенсивность рентгеновского излучения Солнца и характеристики состояний солнечной активности в период с 30 января по 16 марта 1964 г.: а и б — интенсивности рентгеновского излучения Солнца в областях 2—10 Å и 8—18 Å соответственно; в — электронная температура; г — относительное число пятен (числа Вольфа); д — площадь флоккулов; е — интенсивность радиоизлучения Солнца с длиной волны 10,7 см; ж — интенсивность радиоизлучения дискретных источников на Солнце с длиной волны 6,6 см; з и и — рассчитанная интенсивность рентгеновского излучения в области 2—10 Å и 8—18 Å соответственно

ние потока рентгеновского излучения в период с 20 февраля по 4 марта вызвано прохождением по диску Солнца активных областей. В среднем поток рентгеновского излучения в 1964 г. был значительно меньше, чем в 1959—1960 гг., близких к максимуму солнечной активности. Это свидетельствует о наличии цикличности солнечной активности и в рентгеновской области спектра, связанной с общим 11-летним циклом солнечной деятельности.

Суммируя наши данные и имеющийся в литературе материал, можно сказать, что поток рентгеновского излучения спокойного Солнца меняется в течение 11-летнего солнечного цикла по порядку величины следующим образом: в области длин волн короче 10 Å от $1 \cdot 10^{-5}$ до $(2-3) \cdot 10^{-3}$ эрг/см² · сек, в области 10—20 Å от $1 \cdot 10^{-4}$ до $(1-2) \cdot 10^{-2}$ эрг/см² · сек, в области 40—60 Å от $1 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ эрг/см² · сек. Суммарный поток излучения Солнца в рентгеновской области (верхняя граница 100 Å) составляет $0,1-1$ эрг/см² · сек.

В других экспериментах была сделана попытка выяснить, какие же области в солнечной короне генерируют рентгеновское излучение. Во время полного солнечного затмения 15 февраля 1961 г. был осуществлен вертикальный пуск геофизической ракеты и произведены измерения потока излучения в области 2—10 Å. Время пуска и траекторию подобрали так, что высшая точка траектории (около 96 км) пришлась примерно на ось конуса тени. В этот момент вся переходная область между хромосферой и короной и самая внутрен-

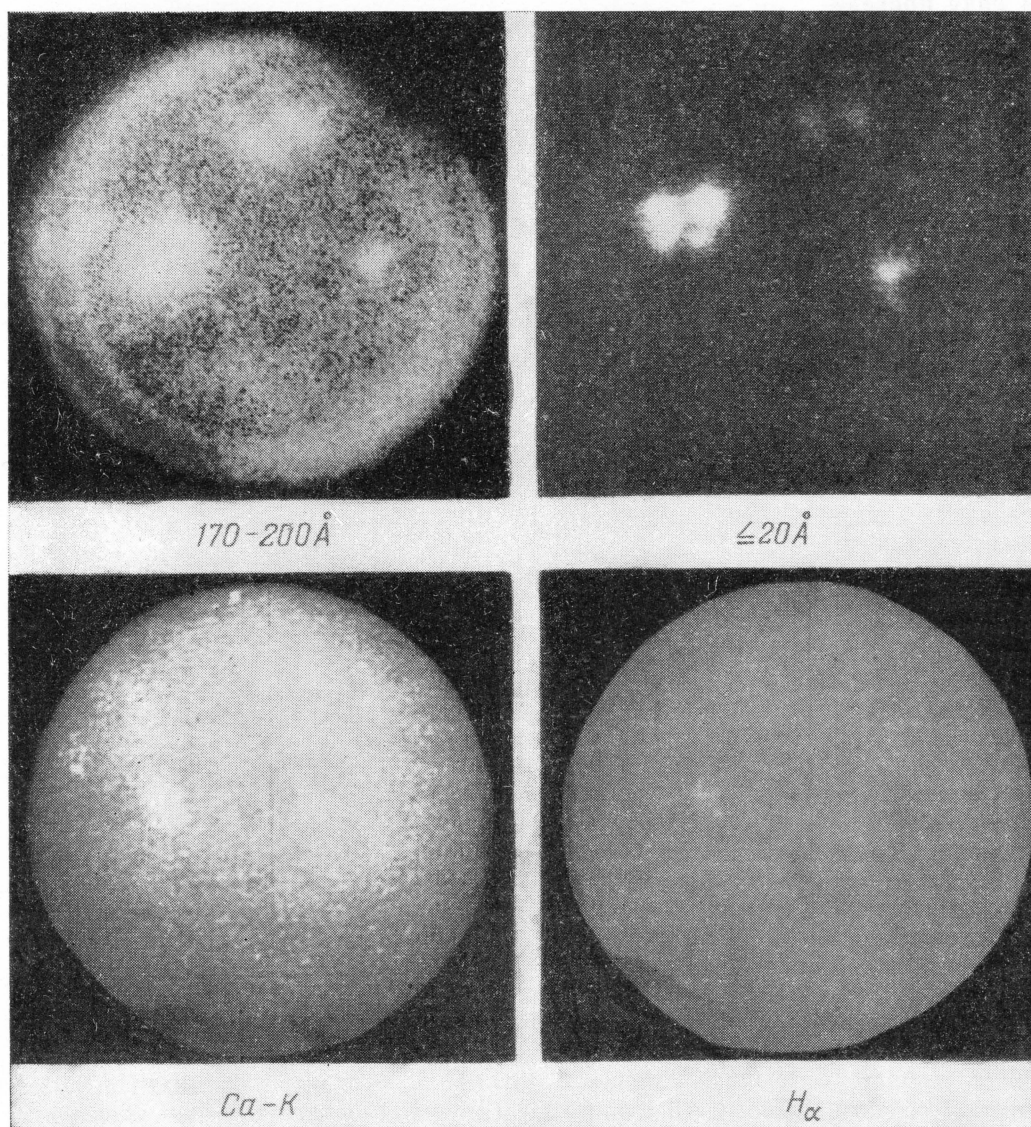


Рис. 5. Фотография Солнца в различных спектральных интервалах

няя часть короны были закрыты Луной; открытыми остались лишь две активные области у западного и восточного края диска. Поток излучения достигал примерно $8 \cdot 10^{-5} \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек.}$

Далее, в нескольких опытах непосредственно фотографировался диск Солнца в мягкой рентгеновской области спектра. Фотографии по-

лучались с помощью нескольких камер-обскур, отверстия которых были закрыты фольгой из бериллия, алюминия и органической пленки, выделявшими различные участки спектра. Камеры помещались в приборные отсеки геофизических ракет и поднимались на высоту 500 км. Во все время полета, на восходящем и нисходящем участках

траекторий, камеры наводились на Солнце с помощью следящей системы. На Землю аппаратура спускалась на парашюте.

На рис. 5 (верхний ряд) изображены две фотографии из полученных 1 октября 1965 г. Видны области повышенной активности рентгеновского излучения и усиление излучения на краю дис-

ка. В нижнем ряду приведены два снимка Солнца в линиях К ионизованного кальция и H_{α} водорода, сделанные в тот же день наземными обсерваториями. Из сопоставления этих и аналогичных фотографий следует, что области повышенной генерации рентгеновского излучения расположены в короне Солнца над активными областями в фотосфере и хромосфере. Сравнение же рентгеновских снимков Солнца с картами Солнца в радиодиапазоне позволило установить совпадение областей повышенной рентгеновского излучения и радиоизлучения на волнах 10—20 см.

Как показал анализ этих фотографий, корональные активные области с повышенной интенсивностью рентгеновского излучения имеют угловые размеры от 0,5 до 3—4 угловых минут и электронную температуру и электронную плотность более высокие, чем в невозмущенной короне. Это согласуется с теоретической моделью активной области, развитой советскими астрофизиками С. Б. Пикельнером, Г. С. Ивановым-Холодным и Г. М. Никольским. По нашим измерениям электронная температура такой активной области $(2-2,5) \cdot 10^6$ °K; однажды наблюдалась активная область с электронной температурой $4 \cdot 10^6$ °K. Весьма вероятно, что в активной области имеются еще более горячие вкрапления. Электронная температура невозмущенной области $(1-1,3) \cdot 10^6$ °K. Согласно нашим измерениям, электронная плотность активной области в 5—10 раз превосходит плотность невозмущенной. Области повышенного нагрева, начинаясь в

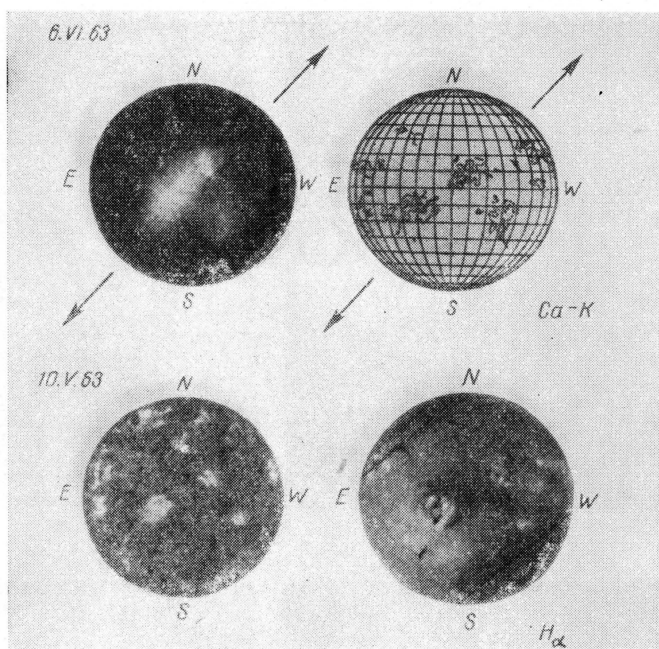


Рис. 6. Фотография Солнца в спектральном интервале 170—400 Å; рядом — карта Солнца в линии К ионизованного кальция (вверху). Спектрогелиограмма Солнца в линии гелия 305 Å и спектрогелиограмма в линии водорода H_{α} (внизу)

нижних слоях солнечной атмосферы, пронизывают ее всю до короны, простираясь на высоту до 50 000—100 000 км. Существуют эти области на Солнце сравнительно долгое время — порядка солнечных суток и более. На рис. 6 наша фотография Солнца (6 июня 1963 г.) сопоставлена со спектрогелиограммой Солнца в линии гелия 305 Å, полученной Р. Тауси (США) по счастливому стечению обстоятельств, ровно за солнечные сутки до нашей (10 мая 1963 г.). Положения активных областей на обеих фотографиях очень хорошо совпадают. По-видимому, области короны с повышенной плотностью и температурой удерживаются и изолируются от остальной короны магнитными полями, по-

добно тому, как удерживается и изолируется от стенок искусственно создаваемым магнитным полем горячая плазма в лабораторных установках, служащих для изучения термоядерных реакций.

Рассмотрим теперь данные о спектре Солнца. На рис. 7 изображены два спектра в области 170—200 Å, полученные 20 сентября и 1 октября 1965 г. на высоте 500 км с борта геофизических ракет. Использовался спектрограф с дифракционной решеткой, работающей в скользящем падении. Спектральные линии, отмеченные на фотографии, — наиболее интенсивные в коротковолновом участке спектра Солнца. Долгое время их не могли идентифицировать и лишь недавно, когда в Англии, СССР и США на-

блюдали эти линии в «земных» источниках, их удалось (за исключением четырех) отождествить с линиями Fe IX, Fe X, Fe XI*.

Коротковолновый участок (до 9,5 Å) одной из этих спектрограмм, сделанной во время рентгеновской вспышки на Солнце, приведен на рис. 8. Видны линии Mg XI, Ne IX, Fe XVII, O VIII, N VII, C VI и других ионов.

Каков механизм рентгеновского излучения Солнца? Сейчас есть все основания считать, что это излучение «теплового» характера и обусловлено взаимодействием электронов и ионов водорода, гелия и более тяжелых химических элементов, составляющих плазму короны, температура которой порядка 1 млн. градусов. Используя эти представления, мы теоретически рассчитали спектр излучения солнечной короны в области 1—100 Å.

Излучение короны складывается из дискретных спектральных линий ионов, входящих в состав плазмы короны, и непрерывного излучения, возникающего при торможении электронов в поле ионов (свободно-свободные переходы) и при рекомбинации электронов и ионов (свободно-связанные переходы). Для расчета излучения необходимо знать концентрации атомов химических элементов в короне, значения температуры и концентрации электронов в активных областях и невозмущенной короне, а также сечения элементарных процессов взаимодействия электронов и ионов.

* В спектроскопии римская цифра после химического символа элемента обозначает степень ионизации: I — нейтральный атом; II — однократно ионизованный атом и т. д.

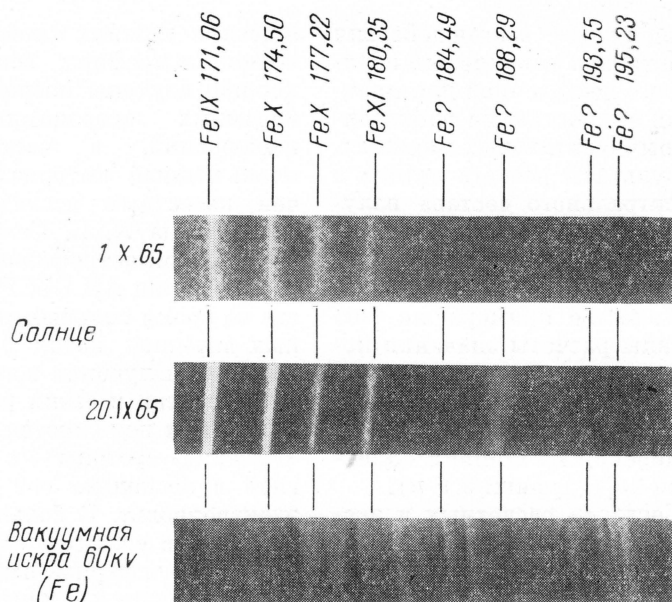


Рис. 7. Длинноволновый участок спектра Солнца. Внизу — спектр вакуумной искры

Распределение электронов по объему короны можно получить из радиоспектрогелиограмм на волне 10,7 см. Непосредственных измерений распределения значений электронной температуры по

объему короны пока нет. Однако можно предположить наличие некоторой корреляции между электронной температурой и яркостной радиотемпературой короны. Наконец, сечения элементарных

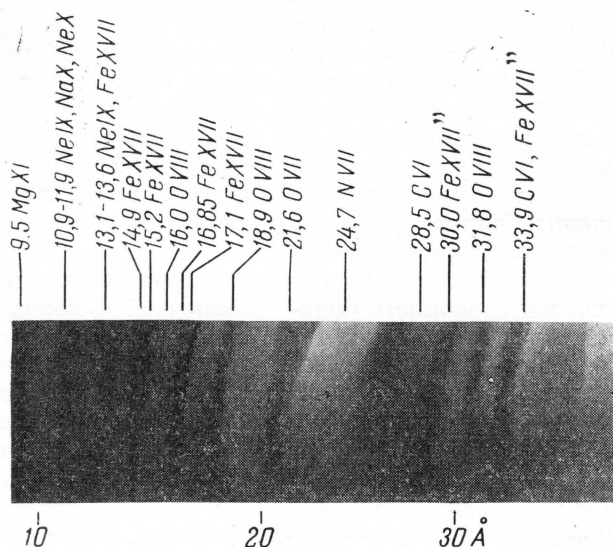


Рис. 8. Коротковолновый участок спектра Солнца

процессов взаимодействия электронов и ионов вычисляются с достаточной для практики точностью на электронно-вычислительных машинах. Результаты расчета потока и спектрального состава излучения короны находятся в хорошем согласии с экспериментальными измерениями. В качестве примера на рис. 4 даны расчеты значения потока рентгеновского излучения Солнца для тех же дней, для которых были выполнены измерения на станции «Электрон-2» (графики *з* и *и*).

Согласие расчетных и экспериментальных значений потока излучения подтверждает представление о тепловой природе рентгеновского излучения Солнца. Из расчетов и экспериментов следует, что, подобно радиоизлучению, рентгеновское излучение Солнца также складывается из «почти постоянной» и «медленно меняющейся» компонент. Первая соответствует невозмущенной короне, вторая — более горячему излучению активных областей короны. Излучение медленно меняющейся компоненты сильно зависит от количества и параметров активных областей. Основываясь на данных наземных радиоастрономических наблюдений Солнца на волне 10,7 см, мы можем прогнозировать рентгеновское излучение Солнца.

Все сказанное относилось к спокойному Солнцу. Очередной период спокойного Солнца уже закончился, и мы вступаем в фазу 11-летнего солнечного цикла, характеризующую повышенной солнечной активностью. В этот период на Солнце происходят частые и сильные явления взрывного характера — солнечные вспышки. Проявляю-

щиеся в нижних слоях солнечной атмосферы вспышки хорошо изучены посредством наземных астрономических наблюдений, в частности, очень ценный материал получен известным исследователем Солнца А. Б. Северным в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Иногда во время сильных солнечных вспышек поток рентгеновского излучения возрастает в десятки и сотни раз и в излучении появляются очень «жесткие» фотоны — с энергией в несколько сот тысяч электронвольт. В большинстве случаев сильные «оптические» хромосферные вспышки сопровождаются рентгеновскими. Однако часты случаи, когда во время оптической вспышки рентгеновское излучение Солнца не возрастает, и случаи, когда происходят рентгеновские вспышки, не сопровождаемые оптическими. На 1-й странице обложки воспроизведена уникальная фотография Солнца. Стрелкой указана рентгеновская вспышка. Она произошла в области короны, расположенной над невозмущенными участками фотосферы и хромосферы. Зарегистрированы также случаи, когда одновременно с рентгеновскими вспышками наблюдались «корпускулярные» вспышки — извержение потоков ускоренных частиц — протонов и ядер более тяжелых элементов, входящих в состав солнечной короны. Можно надеяться, что систематическое исследование рентгеновских вспышек в комплексе с остальными проявлениями солнечной активности поможет раскрыть неясный до сих пор механизм солнечных вспышек. Это позволит прогнозировать многие явления,

наблюдающиеся на Земле и вызванные солнечными вспышками (магнитные бури, прекращение радиосвязи и т. д.). Особенно важно такое прогнозирование для обеспечения радиационной безопасности космонавтов. Таким образом, изучение вспышек рентгеновского излучения, происходящих в верхних слоях атмосферы Солнца, представляет большой теоретический и практический интерес.

Естественен вопрос, есть ли еще источники рентгеновского излучения в Космосе? Чувствительные счетчики фотонов, установленные на спутниках Луны — «Луна-10», «Луна-11» и «Луна-12», отметили слабое рентгеновское излучение Луны. Оно, по-видимому, обусловлено рентгеновской флюоресценцией поверхностных слоев Луны, т. е. поглощением и переизлучением солнечного рентгеновского излучения атомами химических элементов, входящих в состав лунной поверхности.

Исследователи в США обнаружили около 30 источников рентгеновского излучения галактического происхождения и диффузный рентгеновский фон внегалактического происхождения. Возможно, источниками рентгеновского излучения являются предсказываемые теорией нейтронные звезды, если они существуют, и остатки сверхновых звезд; рентгеновское излучение может также возникать в газе, заполняющем межзвездное и межгалактическое пространство. Вероятно, в ближайшее время, наряду с оптической и радиоастрономией, возникнет новая область — рентгеновская астрономия, которая несомненно, приведет к новым открытиям фундаментального значения.

ПОГОДА ЗАВТРА*

С. П. ХРОМОВ,
профессор



Служба погоды существует уже 100 лет. О ее возникновении и развитии рассказывалось в первой части статьи. Здесь автор обращается к современным методам прогнозирования погоды, обсуждает получаемые с их помощью результаты и перспективы синоптической метеорологии.

ФРОНТОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

Мы видели, какой путь пройден службой погоды от первых карт Леверье и Фиц-роя до наших дней. Естественно, что на этом пути расширялись и возможности анализа и прогноза погоды.

Важнейший сдвиг произошел в годы 1917—1924, в начале технической революции в метеорологии. Усилиями знаменитой **бергенской школы**, созданной выдающимся норвежским метеорологом В. Бьеркнесом, были обнаружены важные особенности атмосферных макропроцессов. До этого синоптики изучали почти исключительно возмущения в барическом поле, и то лишь у земной поверхности. Норвежские метеорологи обратили внимание на макромасштабные **разрывы непрерывности** в атмосфере, т. е. расчленение тропосферы на отдельные **воздушные массы** разного происхождения и разных физических свойств

с поверхностями раздела между ними — **фронтами**. Была открыта связь возникновения циклонов и антициклонов с фронтами и детально изучен механизм эволюции этих атмосферных возмущений. Были установлены связи крупномасштабных систем облаков и осадков с движениями воздуха на фронтах и с термодинамическим состоянием воздушных масс. При этом для объяснения тех или иных сторон структуры и поведения синоптических объектов — воздушных масс, фронтов, циклонов и антициклонов — с успехом применялись отдельные положения динамической (теоретической) метеорологии.

Возможности прогноза расширились: экстраполяцию можно было дополнить учетом (больше качественным, чем количественным) **физических связей**, найденных эмпирически или поданных теоретической метеорологией. Увереннее и обоснованнее стал учет местных влияний. Новые методические приемы привели к

расширению сети метеостанций. Развитие службы погоды с 20-х годов (у нас с начала 30-х годов) проходило под знаком нового **фронтологического метода**.

Последующее развитие техники наблюдений, именно применение радиозондов, позволило при анализе образования и поведения атмосферных объектов учитывать связи процессов на разных уровнях атмосферы. Синоптический анализ стал подлинно **трехмерным**.

Увеличение объема и повышение качества информации, конечно, способствовало улучшению прогнозов. Но все же повышение их оправдываемости на протяжении столетия, включая и последнее время, было разочаровывающе медленным; оно явно отставало от технического прогресса службы погоды. Создавалось впечатление, что оправдываемость прогнозов уже почти достигла потолка. Основная причина этого — несовершенство методики прогнозов, ее несоответствие сложности задачи.

* Окончание. Начало в журнале «Земля и Вселенная», № 3, 1967 г.



Вильгельм Бьеркнес (1862—1951)

«ВПЕРЕДСМОТРЯЩИЕ»

Идеалом был бы прогноз, являющийся объективным и неизбежным результатом вычислений на основе математически сформулированных законов природы, а не произвольным применением отдельных эмпирических и теоретических положений, зависящих от таланта и опыта синоптика.

Задача такого прогноза была четко сформулирована еще в начале нашего века В. Бьеркнесом. В 1904 г. он указал, что радикальное решение проблемы прогноза требует достаточно точного знания состояния атмосферы в определенный момент времени и законов, по которым одно состояние атмосферы развивается из другого.

Наиболее общие законы, которым подчинены атмосферные процессы, выражены в системе уравнений атмосферной гидродинамики и термодинамики. Так, можно

было бы взять замкнутую систему из семи независимых уравнений — трех уравнений движения, уравнения непрерывности*, уравнения состояния газов и уравнений первого и второго начал термодинамики — с семью переменными: тремя составляющими скорости движения воздуха, его плотностью, давлением, температурой и влажностью. Подставив в эти уравнения начальные условия (значения перечисленных величин в «начальный» момент), полученные из наблюдений, и наиболее близкие к действительности краевые условия (на границах рассматриваемой части атмосферы) и, предполагая приток тепла известным, в принципе можно, проинтегрировав (решив) эту систему, предвычислить будущее состояние для ряда точек в любой области атмосферы.

Бьеркнес сразу же отклонил, как невыполнимую, мысль об **аналитическом** решении такой системы, в которую входят сложные уравнения с частными производными. Он предполагал найти решение **графическими** методами, исходя из текущих карт распределения метеорологических элементов и последовательно строя будущие карты для сроков, разделенных короткими промежутками времени. В таком виде эта идея оста-

лась, однако, нереализованной.

В 1922 г. Л. Ричардсон в Англии издал книгу «Предсказание погоды численными методами», где предложил приближенное интегрирование системы атмосферных уравнений «по шагам». При этом пространственные и временные производные* заменялись отношениями конечных разностей, которые можно вычислять практически. Такие приближенные производные по расстоянию определяются из синоптических карт для узлов координатной сетки, а производные по времени выражаются через производные по расстоянию при помощи связывающих их уравнений. Прибавляя найденные приближенные производные по времени (фактически — отношения конечных разностей) к начальным значениям давления, температуры и других физических характеристик, мы получаем прогноз на небольшое время вперед, на **шаг** по времени (например, один час). Это вычисленное будущее положение вновь принимается за исходное, определяются новые производные, и таким образом операция прогноза повторяется много раз, пока мы не получим предвычисленное положение на нужный нам срок — сутки или более — от исходного момента.

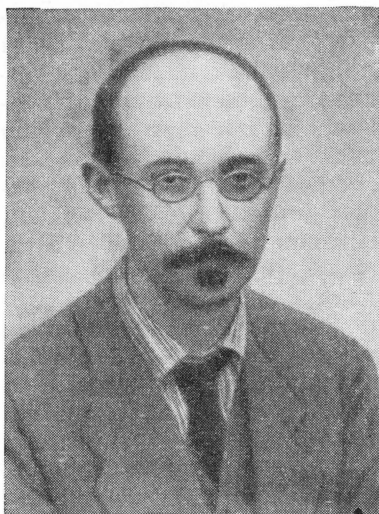
Пионерская попытка Ричардсона была практически безуспешной. Единственный приводимый им пример рас-

* Уравнения движения (жидкости) в гидродинамике и метеорологии — система дифференциальных уравнений, представляющих собой приложение второго закона Ньютона к жидкой среде. Уравнение непрерывности — связь между распределением скорости и изменениями плотности жидкости, выражающая закон сохранения массы.

* Математические величины, выражающие скорости изменения названных выше физических характеристик атмосферы с изменением расстояния от данной точки пространства и с течением времени.

чета (изменений давления для одного района Европы на 6 часов вперед) не имел ничего общего с действительностью. Однако современный английский метеоролог О. Сеттон правильно указывает, что «нужно было обладать большим мужеством, чтобы опубликовать такие смехотворные результаты. У нас есть основания благодарить его за это, поскольку с помощью приведенного Ричардсоном примера удалось выяснить некоторые трудности, свойственные проблеме численных методов прогноза, и наметить пути на будущее».

В чем заключались причины этой неудачи? Во-первых, начальные значения, особенно в высоких слоях, и краевые условия Ричардсон знал недостаточно; идеал в этом отношении не достигнут и в наше время. Во-вторых, взяв первоначальные, т. е. полные неупрощенные метеорологические уравнения, Ричардсон также ухудшил свои результаты: в решениях эффект макромасштабных возмущений, ответственных за общий ход погоды, оказался «замусоренным метеорологическим шумом» (быстрыми звуковыми и маломасштабными гравитационными волнами). Для правильного учета таких побочных влияний шаг по времени, взятый Ричардсоном, был слишком велик, что нарушило «вычислительную устойчивость», привело к накоплению ошибок в численном решении и отдалило его результаты от действительности. Между тем указанные волны малых длин не имеют (или почти не имеют) значения для крупномасштабного состояния погоды, и целесообразнее было бы



Александр Александрович Фридман (1888—1925)

«отфильтровать» их путем соответствующих упрощений в уравнениях. Кроме того, малые ускорения атмосферных движений вычислялись у Ричардсона как разности больших величин (действующих сил), т. е. очень неточно.



Николай Евграфович Кочин (1901—1944)

Наконец, Ричардсон сам признал, что для численного интегрирования его уравнений нужно было бы посадить за работу десятки тысяч вычислителей, чтобы вовремя рассчитать состояние атмосферы всей Земли на сутки вперед.

МАШИНЫ ПОМОГАЮТ

Прошло еще почти два десятилетия. За это время в метеорологической теории был достигнут ряд крупных успехов, в том числе и в нашей стране. У нас возникла сильная школа динамической метеорологии, основанная выдающимся математиком и физиком А. А. Фридманом. Ведущим ее деятелем после безвременной смерти Фридмана в 1925 г. был академик Н. Е. Кочин.

В 1939 г. ученик Кочина член-корреспондент АН СССР И. А. Кибель впервые предложил способ рационального преобразования системы атмосферных уравнений в целях приближенного краткосрочного прогноза атмосферного давления. Найденные Кибелем, а позднее и некоторыми другими авторами решения с применением графических методов уже подходили для оперативной практики. Но численные прогнозы стали переходить из лабораторной стадии в оперативную работу только с 1950 г., когда оказалось возможным использовать для них быстродействующие вычислительные машины.

Полные уравнения преобразуются при различных упрощающих условиях, более или менее подходящих к действительным свойствам атмосферных макропроцес-

сов*. При максимальном упрощении исходных уравнений удалось свести систему к одному так называемому **уравнению переноса вихря**, освободиться при этом от «метеорологических шумов» и получить удовлетворительные решения для будущих изменений атмосферного давления. С помощью электронной машины будущее барическое поле вычисляется в сотнях и тысячах «узлов» синоптической карты путем миллионов простых арифметических операций за время меньше часа.

Конечно, гораздо больше времени нужно предварительно затратить для получения материалов наблюдений с сети станций и для подготовки их к вводу в машину, а затем и для построения по ним карт. Но уже существуют способы автоматического ввода информации в машину прямо из каналов связи и автоматического же, машинного анализа этих данных, т. е. вычисления по ним начальных значений в узлах карты. Наконец, разрешена и задача машинного составления карт.

После наиболее упрощен-

* К таким свойствам относятся: малость вертикальных движений в сравнении с горизонтальными; близость к статическому равновесию по вертикали, т. е. малость вертикальных ускорений воздуха в сравнении с ускорением силы тяжести; малость сил трения вне нижнего, пограничного слоя; одинаковый порядок величины силы барического градиента и силы Кориолиса (т. е. отклоняющей силы вращения Земли) и, следовательно, близость горизонтальных движений в свободной атмосфере к установившимся (геострофическим); сохранение величины абсолютного вихря скорости при движении воздуха; близость изменений температуры за короткие промежутки времени к адиабатическим.

ных схем для предвычисления давления появились и продолжают появляться более совершенные атмосферные модели, пригодные для расчета будущих изменений состояния атмосферы. В разных странах (СССР, США, Швеции, ФРГ, Англии, Японии и др.) многие ученые отдают свои способности этому новому делу. У нас такая работа ведется в Гидрометеорологическом центре СССР и в Институте физики атмосферы Академии наук СССР в Москве, в Главной геофизической обсерватории в Ленинграде, в Сибирском отделении АН СССР и в некоторых других центрах. Известны имена членов-кор-

респондентов АН СССР Е. Н. Блиновой (развивающей численные методы в применении к долгосрочным прогнозам), И. А. Кибеля, Г. И. Марчука, А. М. Обухова, профессоров А. Ф. Дюбюка, Б. Д. Успенского, М. И. Юдина и многих других, в том числе молодых ученых.

В последнее время у нас и за рубежом разрабатываются методы численного интегрирования первоначальных (неупрощенных) уравнений, т. е. решается задача Ричардсона, но с предосторожностями, которых он в свое время не знал. При этом для устранения из решений метеорологических



Прием спутниковой информации из Вашингтона в Гидрометцентре СССР



В машинном отделении Гидрометцентра СССР

«шумов» приходится определенным образом подготавливать начальные данные.

ЧТО ДАЛЬШЕ!

Развитие численных методов прогноза погоды в наше время является одной из центральных проблем метеорологии. Их применение пробуждает надежды на существенный подъем оправдываемости прогнозов. Однако на теперешнем этапе

машинный прогноз еще не стал прогнозом погоды в точном смысле этого понятия. Учитывая машинный прогноз давления (а значит, и ветра), синоптики сами прогнозируют другие метеорологические элементы, применяя прежние приемы или дополнительные вычисления и графические определения. Машины **помогают** предсказывать погоду, но не предсказывают ее. Есть данные, что эта помощь машин по-

высила оправдываемость прогнозов пока примерно на 5%.

Свою часть работы машины выполняют неплохо, лучше, чем синоптики, но отнюдь не с «абсолютной точностью». Упрощения, вводимые в прогностические модели, лишь приближенно соответствуют даже крупномасштабным процессам. А реальный ход погоды, особенно облачности и осадков, зависит также и от **мезомас-**

штабных (среднемасштабных) факторов и влияний, а иногда и от совсем малых, но мощных атмосферных возмущений типа гроз, шквалов, смерчей. Принципиально можно себе представить, что в машину вводится все; что шаг сетки и шаг во времени укорачиваются до такого предела, который позволил бы учитывать воздействия всех масштабов; что есть, наконец, модели нужной сложности. Вероятно, увеличение быстродействия машин позволило бы им в будущем справиться и с такой задачей. Сейчас для распространения численного прогноза на весь земной шар и для увеличения сроков прогнозов считают необходимым повышение теперешней скорости вычислительных машин раз в сто. Но вряд ли когда-либо можно будет доставить машине весь колоссальный материал, характеризующий начальное состояние атмосферы с полнотой, необходимой для всегда точного учета всех воздействующих факторов всех масштабов, т. е. для всегда точного прогноза.

Атмосферные состояния часто неустойчивы; самые малые различия в исходном положении, трудно учитываемые, или вовсе неучитываемые, могут привести к вполне различным будущим состояниям, направляя процесс в ту или иную сторону. По образному выражению одного английского метеоролога, случайно брошенная в лесу непогашенная спичка может изменить дальнейшее

течение погоды не только в данном месте, но и в большом окружающем районе. Предсказать накануне, что в районе Москвы завтра будут грозы, можно и теперь с очень большой оправдываемостью. Но, по-видимому, никогда не будет возможности сказать за сутки вперед: где именно и в каком часу разовьется каждое отдельное грозовое облако, по какой траектории оно будет перемещаться, заденут ли грозы территорию самой Москвы и какие именно ее районы, когда начнется и закончится дождь в каждом отдельном месте города. Здесь мы попадаем в царство случайности, где самый правильный анализ макромасштабных процессов не дает возможности получить ответ, а связи микромасштабные слишком многочисленны для того, чтобы их можно было рассматривать каждую в отдельности. Конечно, задача легче разрешима практически при прогнозе не на сутки, а на несколько часов вперед, когда можно оперировать с уже имеющимися, наблюдаемыми мелкомасштабными возмущениями.

Учитывая стохастичность атмосферных процессов, как и прогнозов, целесообразно шире применять для прогнозирования **статистические** методы или подкреплять субъективные соображения и даже термогидродинамические расчеты статистикой. Сейчас работают и над этим, а в долгосрочных прогнозах статистические методы вообще наиболее надежны.

До сих пор творческая работа синоптика состоит в личном анализе каждого (и каждый раз нового) атмосферного положения и в прогностических выводах из него. Это относится как к общей ситуации, так и к условиям погоды в любом месте, где их нужно знать. При несовершенстве методики синоптику приходится вкладывать в прогноз всю силу своего таланта и опыта, все же не всегда достигая успеха (работу синоптика не раз сравнивали с работой врача). С развитием и внедрением в практику численных методов прогноза творческий труд в прогностике погоды перемещается в область разработки самой методики — построения все более совершенных и удобных теоретических моделей при автоматизации самого прогноза.

Многие осторожные метеорологи в наши дни считают, что будущее — за правильной комбинацией объективных, машинных методов, статистики и «классических» методов синоптики. По мнению других, будущее (неясно, насколько близкое) обещает полную победу численных методов прогноза, передачу прогнозов из головы и рук человека машине.

Но в любом случае история науки сохранит память о героическом первом веке службы погоды — веке смелых задач и ограниченных возможностей, тяжелой ответственности, неоправдавшихся надежд и немалых достижений.



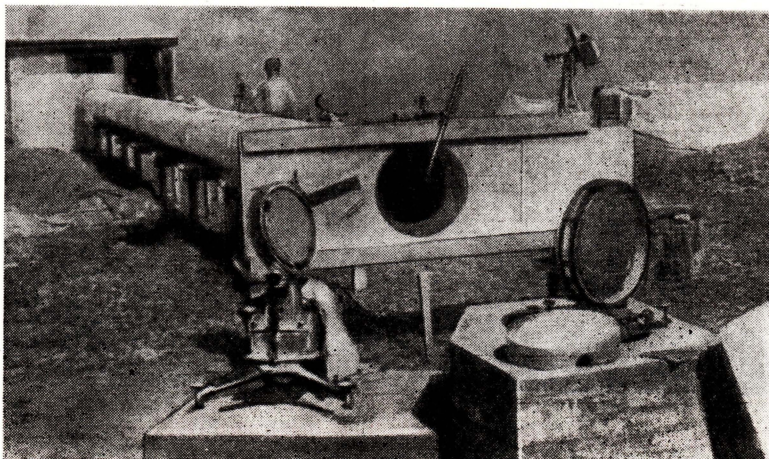


ФОТОДОКУМЕНТЫ

ХРОНИКА

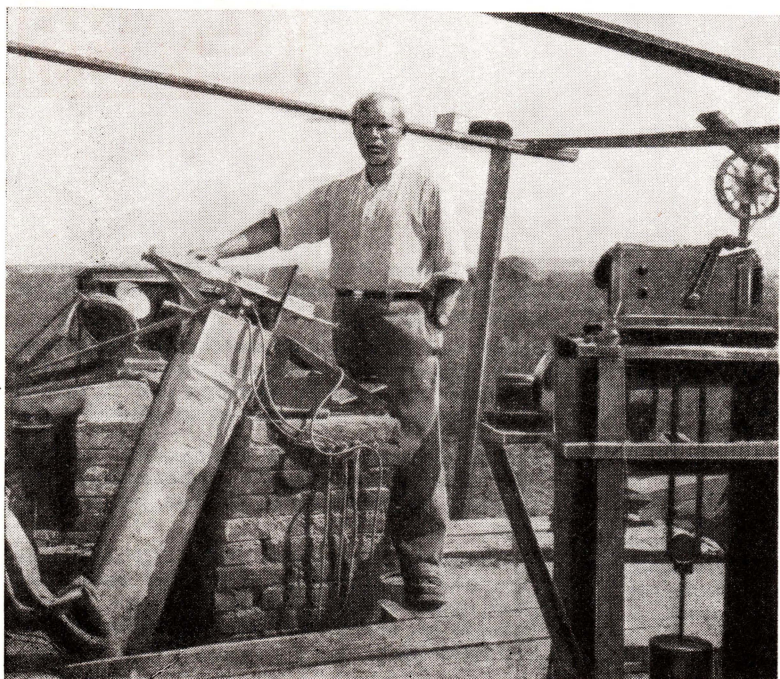
- 1941 г. А. Н. Дейч (Пулково) опубликовал собственные движения 18 000 звезд в избранных площадках Каптейна.
- 21 сентября. Несмотря на условия военного времени, второе (после 1936 г.) «большое советское затмение» наблюдали 13 экспедиций 10 обсерваторий. Получены превосходные фотографии и спектры короны.
- Октябрь. Под руководством В. Р. Берга и А. Н. Дейча произведена эвакуация редких книг и инвентаря из разрушенной Пулковской обсерватории. Ранее были вывезены объективы больших телескопов, «стеклянная библиотека», часть инструментов и лабораторного оборудования.
- 1941—1942 гг. В Алма-Ате организован Институт астрономии и физики АН КазССР (директор академик В. Г. Фесенков). В Алма-Ате Г. А. Тиховым создана астроботаническая лаборатория. С 1947 г. — Сектор астроботаники АН КазССР.
- 1942 г. Н. Н. Павлов в осажденном Ленинграде закончил обработку наблюдений 800 звезд (до $8^m,7$), выполненных перед войной в Пулкове на 81-миллиметровом фотоэлектрическом пассажном инструменте. (Государственная премия 1947 г.)
- В Ашхабаде И. С. Астаповичем организована астрофизическая лаборатория — центр изучения метеоров.
- 24 сентября — 2 октября. В Казани состоялось совещание, обсудившее результаты наблюдений солнечного затмения 21 сентября 1941 г., отчеты и планы многих астрономических обсерваторий.
- 1943 г. Н. Д. Папалекси и Л. И. Мандельштам показали возможность точного определения расстояния до Луны путем приема радиозха от нее.
- 8—14 сентября. Совещание в АН СССР обсудило вопросы реконструкции советских обсерваторий после войны, создания крупных инструментов и подготовки кадров специалистов-астрономов.
- 16 октября. Ленинградский астрономический институт преобразован в Институт теоретической астрономии (директор М. Ф. Субботин). Задачи Института: составление ежегодников, вычисление эфемерид, исследования по теоретической астрономии, гравиметрии и геодезии.
- 1944 г. Служба времени ГАИШа в Свердловске (руководитель М. С. Зверев) стала одной из лучших служб времени в мире.
- 1944—1945 гг. Разработка метеоритной гипотезы происхождения Земли и планет академиком О. Ю. Шмидтом.

Экспедиция ГАИШа. Небулярный спектрограф для изучения солнечной короны во время затмения 21 сентября 1941 г.



* Продолжение. Начало в журнале «Земля и Вселенная», №№ 1, 2, 3, 1967 г.

ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ (1940—1950)



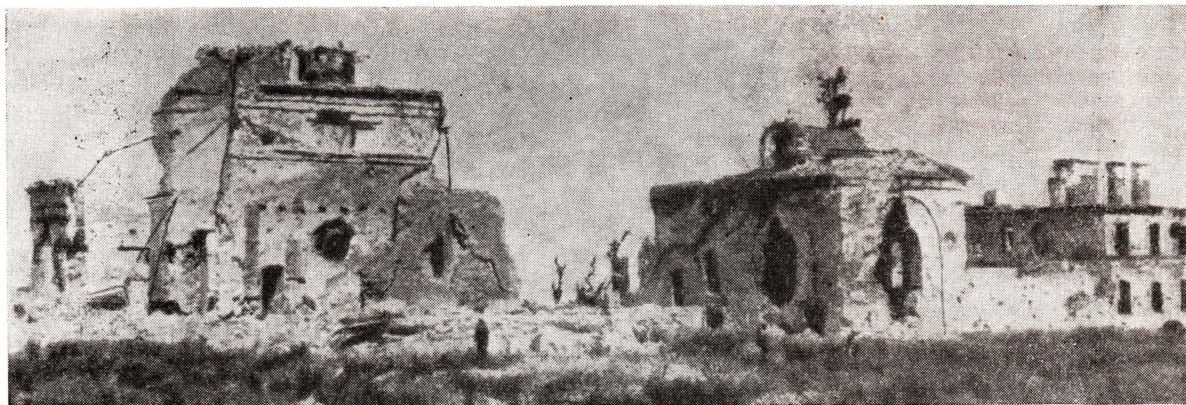
Экспедиция Астрономической обсерватории имени В. П. Энгельгардта (АОЭ) для наблюдения солнечного затмения 21 сентября 1941 г. Д. Я. Мартынов у установки для изучения хромосферы Солнца

1945 г., 9 июля. Полное солнечное затмение наблюдалось в СССР несколькими экспедициями. Под руководством Н. Д. Папалекси была выполнена обширная программа радионаблюдений.

Симеизское отделение Главной астрономической обсерватории АН СССР (ГАО) преобразовано в самостоятельную Крымскую астрофизическую обсерваторию АН СССР (КрАО) (дирек-

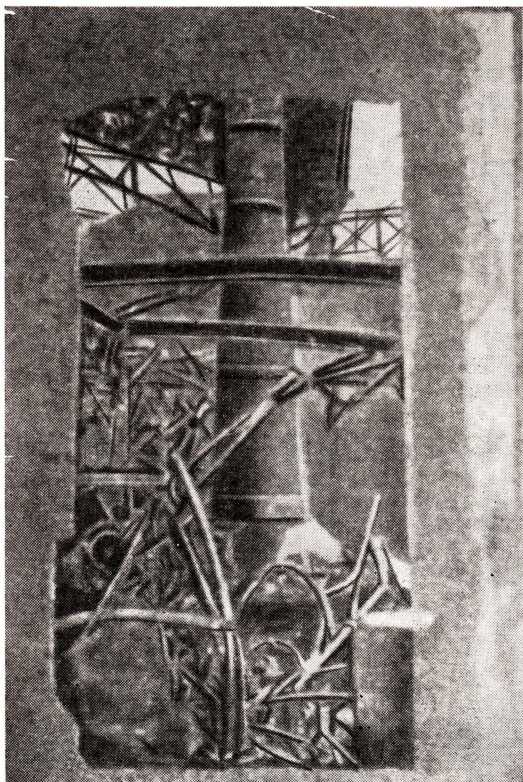
тор академик Г. А. Шайн). Определено место строительства новой обсерватории (в горах Крыма, близ села Партизанское).

П. П. Паренаго (ГАИШ) разработал теорию учета межзвездного поглощения и составил карту распределения в Галактике поглощающей материи.

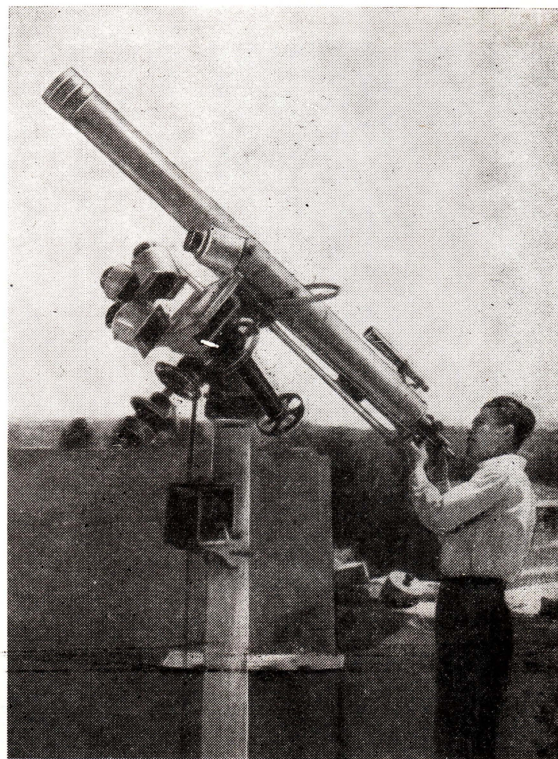


Руины главного здания Пулковской обсерватории (1945 г.)

ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ (1940—1950)



Пулково. Разрушенная башня 30-дюймового рефрактора с уцелевшей колонной



Ашхабад. Агрегат метеорных камер (метеорный патруль) на тройном 130-миллиметровом апохроме. Наблюдатель Кербай Калчев

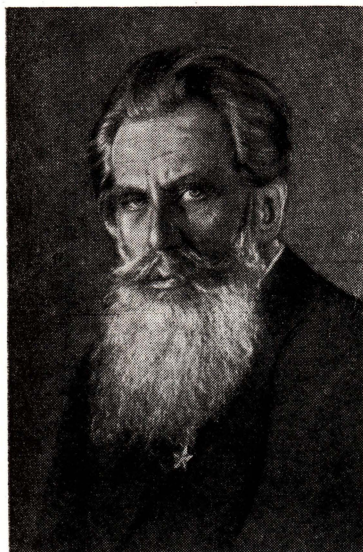


Директор Института теоретической астрономии член-корреспондент АН СССР М. Ф. Субботин (1893—1966 гг.)



Свердловск. Павильон пассажных инструментов Службы времени ГАИШ

ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ (1940—1950)



Академик О. Ю. Шмидт (1891—1956 гг.). Фотография 1944 г.



Член-корреспондент АН СССР Д. Д. Максудов (1896—1964 гг.) со своим менисковым телескопом (школьный вариант)

1946 г., 26 января. Д. Д. Максудову присуждена Государственная премия за изобретение менисковых оптических систем.

В 35 км от Еревана начато строительство Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР (директор академик В. А. Амбарцумян). Вскоре там были установлены двойной 12,5-сантиметровый астрограф и 40-сантиметровый анаберрационный телескоп системы Д. Д. Максудова (реконструирован в 1950 г.).

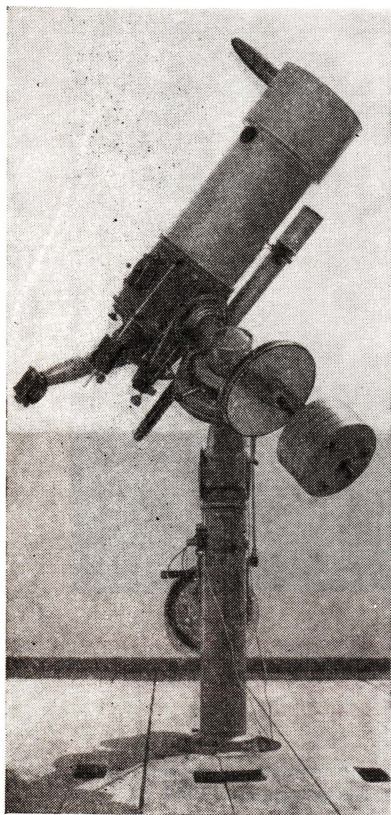
Основан Астрономический сектор Института физики АН ЛатвССР (руководитель Я. Я. Икауниекас).

7—12 марта. На первом после войны совещании, созванном исполкомом Международного астрономического союза (МАС) в Копенгагене, присутствовали от СССР Г. А. Шайн и А. А. Михайлов. Последний был избран одним из четырех вице-президентов МАС. В состав различных комиссий МАС вошли 36 советских ученых. Исполком МАС поручил СССР составление каталогов переменных звезд и эфемерид малых планет.



В связи с 220-летним юбилеем Академии наук СССР в 1945 г. Московскую обсерваторию ГАИШ посетили участники торжественной сессии и иностранные гости. Слева направо: П. П. Парезаго, Б. В. Кукаркин, Г. Спенсер-Джонс (Великобритания), Х. Шенли (США), Г. Н. Неуймин — директор ГАО АН СССР, Е. В. Рыбка — директор Львовской обсерватории, позднее директор Вроцлавской обсерватории (Польша)

ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ (1940—1950)

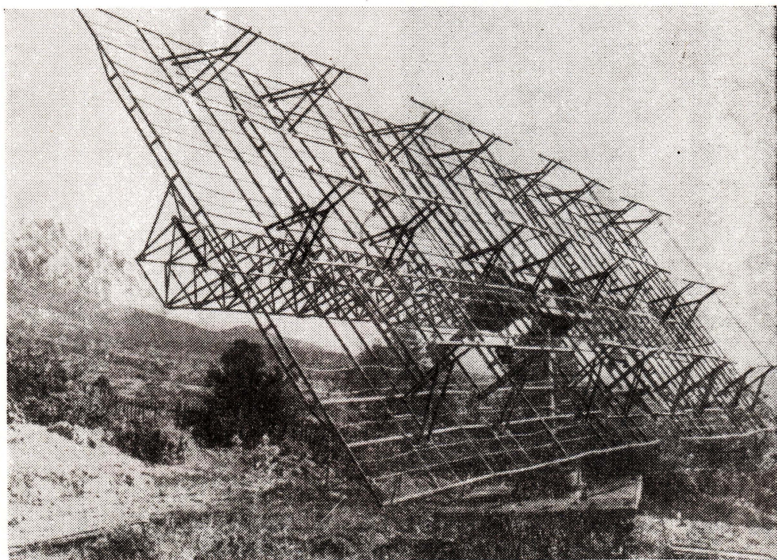


10-дюймовый телескоп-спектрограф конструкции О. А. Мельникова и Б. К. Иоаннисяни. Смонтирован в Бюраканской обсерватории в 1949 г.

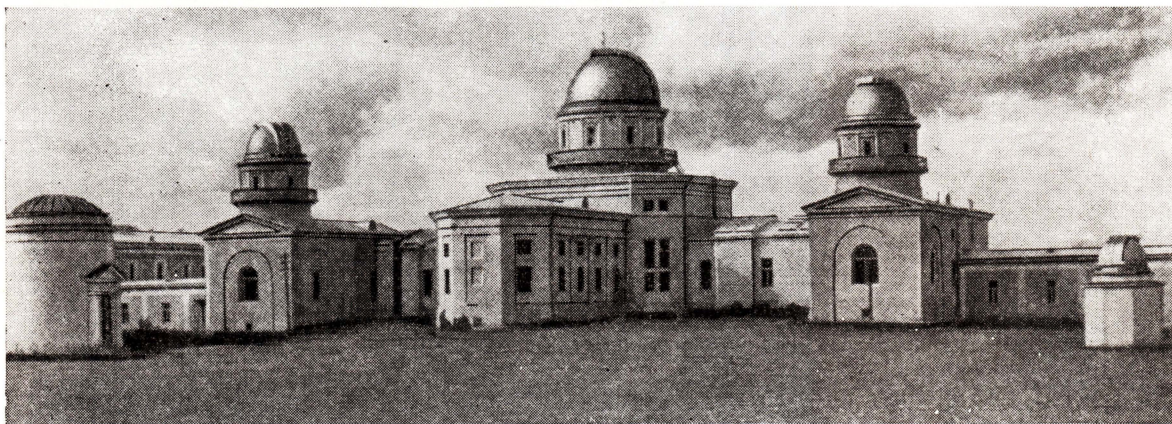
9 октября. Проводились всесторонние, в том числе и радиолокационные (Б. Ю. Левин и П. О. Чечик) наблюдения метеорного потока Драконида.

1947 г., 12 февраля. Падение Сихотэ-Алинского метеоритного дождя. Изучение места падения и сбор метеоритов продолжались более 10 лет.

Весна. Начало строительных работ по восстановлению Пулковской обсерватории.

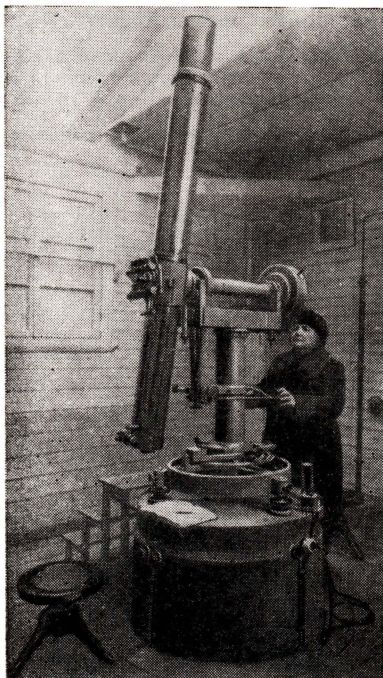


Сименз. Одна из двух синфазных антенн с 24 вибраторами на волну 3,5 м радиointерферометра Крымской станции ФИАН СССР. Используется для исследования радиоизлучения Солнца и космических источников радиоизлучения



Восстановленная Пулковская обсерватория (1949 г.)

ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ (1940—1950)



Первый инструмент, начавший работу на Пулковской горе после войны, — зенит-телескоп конструкции Г. А. Фрейберга-Кондратьева. Наблюдатель С. В. Романская



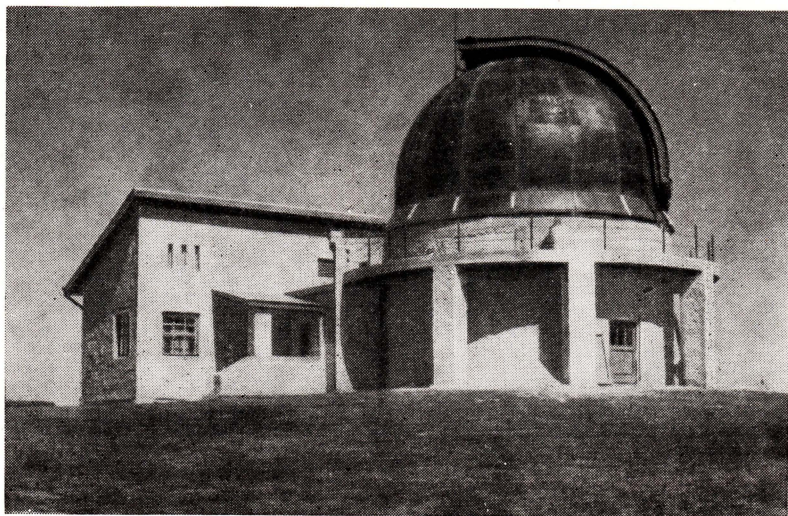
Академик В. А. Амбарцумян (р. 1904 г.) — основатель и директор Бюраканской астрофизической обсерватории

20 мая. Советские радиофизики С. Э. Хайкин и Б. М. Чихачев успешно провели радионаблюдения полного солнечного затмения с борта корабля «Грибоедов» у берегов Бразилии.

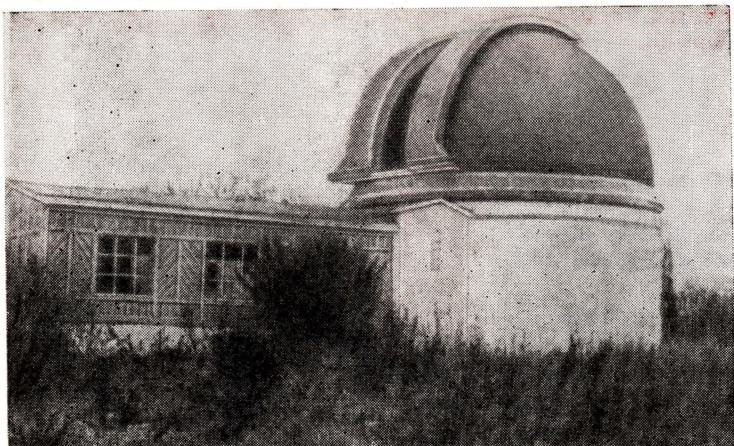
В Пулкове начал систематическую работу первый восстановленный инструмент — зенит-телескоп (наблюдатель С. В. Романская).

В. А. Амбарцумян открыл звездные ассоциации (Государственная премия 1949 г.).

1947—1948 гг. В КрАО для исследований Солнца использован интерференционно-поляризационный фильтр, сконструированный и изготовленный А. Б. Гильваргом (Институт кристаллографии АН СССР) и А. Б. Северным (КрАО).



Башня коронографа Кисловодской станции ГАО АН СССР



Башня 40-сантиметрового рефлектора в Голосееве (Главная астрономическая обсерватория АН УССР)

1948 г. Первое применение в СССР электроннооптического преобразователя, позволившего обнаружить ядро Галактики (А. А. Калиняк — ГАО, В. Б. Никонов — КраО, В. И. Красовский — Геофизический институт АН СССР).

Вышел в свет «Общий каталог переменных звезд», включивший в себя данные о 10 912 объектах.

Близ Кисловодска на высоте 2070 м организована Горная солнечная станция ГАО АН СССР (руководитель М. Н. Гневышев). Инструменты: внеатмосферный коронограф, менисковый фотогелиограф.

И. С. Шкловский определил вероятность перехода для радиолинии 21 см нейтрального водорода и ожидаемую интенсивность излучения Галактики на этой длине волны.

В «Трудах ГАО АН СССР» вышел в свет сводный «Каталог геодезических звезд» (2957 ярких звезд) — итог 5-летних наблюдений 5 советских обсерваторий.

1949 г. Г. А. Шайн обнаружил аномальное обилие изотопа углерода C^{13} в холодных звездах спектрального класса N (Государственная премия 1949 г.).

В Голосееве под Киевом начато строительство Главной астрономической обсерватории АН УССР (директор А. Я. Орлов).

В АОЗ установлен лунный горизонтальный телескоп системы И. В. Бельковича ($F = 8$ м).

1949—1951 гг. В КраО Э. Р. Мустель и А. Б. Северный провели большое исследование хромосферных вспышек — эрупций. (Государственная премия 1951 г.)

1949—1953 гг. Г. А. Шайн и В. Ф. Газе обнаружили много новых газовых (водородных) туманностей в Галактике и в близких галактиках.

1950 г., весна. На Кисловодской горной станции получены первые снимки короны в лучах зеленой эмиссионной линии 5303 Å.

В Абастуманской обсерватории установлен зеркально-менисковый фотогелиограф Д. Д. Максудова с двумя менисками.

На Горной обсерватории Астрофизического института АН КазССР вступил в строй первый 50-сантиметровый менисковый астрограф системы Д. Д. Максудова.

П. Г. КУЛИКОВСКИЙ,
доцент

Нейтринная астрономия*

Фредерик РАЙНЕС

Нейтрино — «пепел Вселенной» — приносят разнообразную информацию. Они рассказывают о событиях в центре Солнца, о рождении сверхновых звезд и свойствах космических лучей. Но поскольку на поверхности Земли космические лучи мешают наблюдению этих частиц, нейтринные телескопы приходится устанавливать глубоко под землей, куда нейтрино проникает свободно.

Фредерик Райнес — выдающийся американский ученый, работающий в области нейтринной физики.

С тех пор, как Ф. Райнес совместно с К. Коуэном впервые зарегистрировал взаимодействие свободного нейтрино, им опубликовано множество работ, где, наряду с результатами уже проделанных опытов, выдвигаются проекты новых захватывающих экспериментов, цель которых — познание сокровеннейших тайн природы. Идея одного из грандиозных опытов, для осуществления которого Райнес выбрал открытый океан, впервые изложена в публикуемой ниже статье.

Попутно с работами по физике космических нейтрино Ф. Райнесом выполнены другие тонкие эксперименты. Так, им достигнута наибольшая на сегодняшний день точность в проверке закона сохранения электрического заряда и закона сохранения количества вещества.

Ф. Райнес руководит экспериментами, проводимыми одновременно в шахтах Южной Африки, в соляных шахтах США, на реакторе Саванна-Ривер (США). При этом большой размах и широта исследований у него всегда сочетаются с надежностью результатов.

Сейчас Ф. Райнес находится в расцвете творческой деятельности.

Нейтрино — элементарные частицы, не имеющие ни массы, ни заряда. Их способность проникать сквозь толщу вещества Вселенной невероятна. Поэтому нейтрино очень интересуют астрофизиков. В отличие от всех других излучений с их помощью, в принципе, можно заглянуть в самый центр Солнца, или, скажем, наблюдать рождение сверхновой звезды еще до того, как излучение видимого света возвестит о взрыве. Крайне малая интенсивность взаимодействий (направленные движения и запас энергии нейтрино изменяются только под действием гравитационного поля Вселенной) позволяет считать нейтрино, которые образуются при столкновении космических лучей и межгалактического вещества, весьма многообещающим инструментом исследования космических лучей. Предположение о существовании нейтринного излучения помогает понять причины катастроф, которые происходят в недрах сверхновых. И, наконец, поскольку все процессы выделения ядерной энергии, поддерживающие жизнь звезд, идут с образо-

* «Science Journal», 2, 10, 1966. Перевод с английского Б. И. Колтового

ванием нейтрино, эти частицы необратимо уносят с собой энергию. Не удивительно, что их называют «пеплом Вселенной».

На протяжении 30 лет физики искали пути обнаружения этих неуловимых посланцев Вселенной. В последние два года поиски «естественных» нейтрино увенчались некоторым успехом: наблюдались нейтрино, родившиеся при взаимодействии космических лучей высоких энергий с атмосферой Земли. Наблюдения, выполненные в очень глубоких шахтах учеными США и Южной Африки, а также Индии, Японии и Англии, показали, насколько велики трудности, которые приходится преодолевать охотникам за нейтрино. Исключительно малая вероятность актов взаимодействия нейтрино с веществом заставляет увеличивать вес регистрирующих установок до многих тысяч тонн. Было подсчитано, что в жидком водороде нейтрино с энергией в 3 Мэв может пролететь примерно 100 световых лет, прежде чем произойдет его столкновение с ядром атома водорода.

Хотя эксперименты уже начаты, нейтринная астрономия, как метод исследования Вселенной, еще далека от реальности. Человек пока не наблюдал нейтрино, о которых было бы заведомо известно, что они рождены далеко за пределами окрестностей Земли. Тем не менее фронт поисков расширяется по мере сооружения установок для регистрации нейтрино. Эта статья посвящена истории и целям еще не родившейся нейтринной астрономии, призванной пополнить арсенал средств исследования Вселенной.

Гипотезу о существовании нейтрино выдвинул в 1930 г. Вольфганг Паули, пытаясь распространить действие законов сохранения энергии и количества движения на процессы ядерных превращений. Без такой частицы получалось, что процесс бета-распада ядер идет с нарушением этих законов. А предположение о существовании нейтрино, как показал в 1933 г. Энрико Ферми, не только оставляло неизбылемыми законы сохранения энергии и количества движения, но и позволяло понять тонкие особенности процесса распада. Еще до работы Ферми было ясно, что для нейтрино свойственно только слабое взаимодействие с веществом. Эти частицы не удавалось удержать в свинцовом контейнере, где находился источник бета-лучей. Теория Ферми дала количественную оценку силы этого взаимодействия, и физики 30-х годов пришли к выводу, что обнаружить нейтрино после его возникновения невозможно.

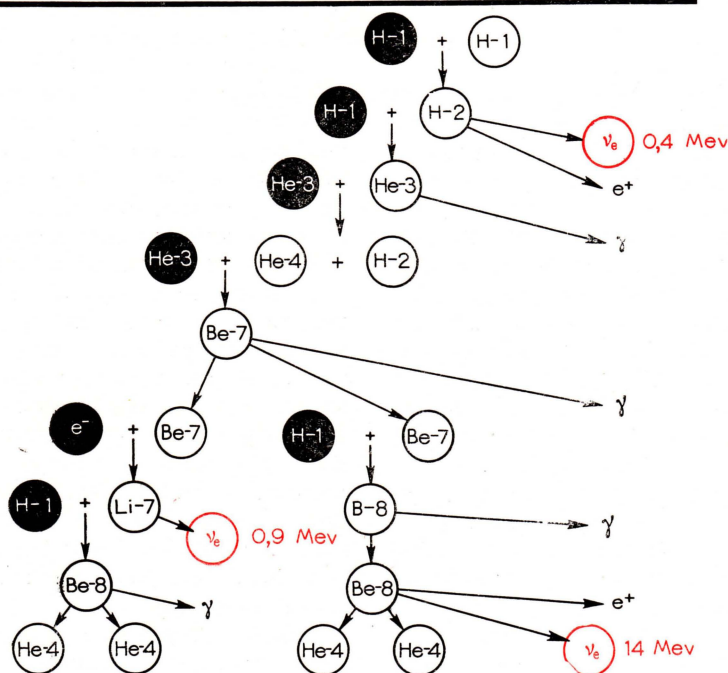
Последующие годы стали свидетелями открытия множества субатомных частиц. Наблюдения за распадом частиц, известных под названиями мюонов и пионов, выявили, что и в этих процессах должны участвовать частицы типа нейтрино, чтобы законы сохранения энергии и количества движения не нарушались. С повышением точности экспериментального измерения спектров такого распада стало очевидно, что эти, похожие на нейтрино, частицы — проявления точно такого же взаимодействия, какое характерно для нейтрино Па-

ули — Ферми, возникающих при бета-распаде ядер.

До середины 50-х годов наши представления о нейтринных процессах основывались только на экспериментах, в которых исследовались процессы распада. Все характеристики нейтринных взаимодействий, полученные из этих косвенных наблюдений, подтвердились, когда нейтрино начали изучать непосредственно. Кроме того, в последние годы, когда мы перестали быть ограничены сравнительно скромным диапазоном энергий — менее 50 Мэв , — свойственным процессам распада, выяснились некоторые интересные особенности этих взаимодействий.

Для астрофизиков наиболее важно, что нейтрино действительно существуют в свободном состоянии. Это открытие было сделано в 1956 г. К. Коуэном, мной и другими учеными в Лос-Аламосской научной лаборатории. Мы наблюдали нейтринное взаимодействие за пределами источника этих частиц. Такой эксперимент — его нельзя было осуществить в 30-е годы — стал возможен в 50-х годах благодаря созданию ядерных реакторов — мощных источников антинейтрино и очень больших счетчиков. Последние состоят, в основном, из органической жидкости, которая испускает вспышку света (сцинтиллирует), когда сквозь нее пролетают определенные элементарные частицы. Эти слабые сцинтилляции все же достаточно сильны для регистрации, усиления с помощью фотоумножителя и подсчета.

В 1961 г. М. Шварц и его сотрудники на гигантском Брукхейвенском ускорителе протонов (США) экспери-



N — ядро
 N' — ОСТАТОЧНОЕ ЯДРО
 π^+ — ПОЛОЖИТЕЛЬНО ЗАРЯЖЕН. ПИОН
 π^- — ОТРИЦАТЕЛЬНО ЗАРЯЖЕН. ПИОН
 μ^+ — ПОЛОЖИТЕЛЬНО ЗАРЯЖЕН. МЮОН
 μ^- — ОТРИЦАТЕЛЬНО ЗАРЯЖЕН. МЮОН
 ν_μ — МЮОННОЕ НЕЙТРИНО
 $\bar{\nu}_\mu$ — МЮОННОЕ АНТИНЕЙТРИНО
 ν_e — ЭЛЕКТРОННОЕ НЕЙТРИНО
 $\bar{\nu}_e$ — ЭЛЕКТРОННОЕ АНТИНЕЙТРИНО
 e^+ — ПОЗИТРОН
 e^- — ЭЛЕКТРОН
 γ — ГАММА-ЛУЧИ
 p — ПРОТОН
 p' — ОСТАТОЧНЫЙ ПРОТОН
 H — ВОДОРОД
 He — ГЕЛИЙ
 B — БОР
 Be — БЕРИЛЛИЙ
 Li — ЛИТИЙ

ментально доказали, что взаимодействие нейтрино, возникших при распаде пионов, с нуклонами приводит к образованию мюонов. Так было показано существование «мюонных» нейтрино (ν_μ), и в силу симметрии, «мюонных» антинейтрино ($\bar{\nu}_\mu$).

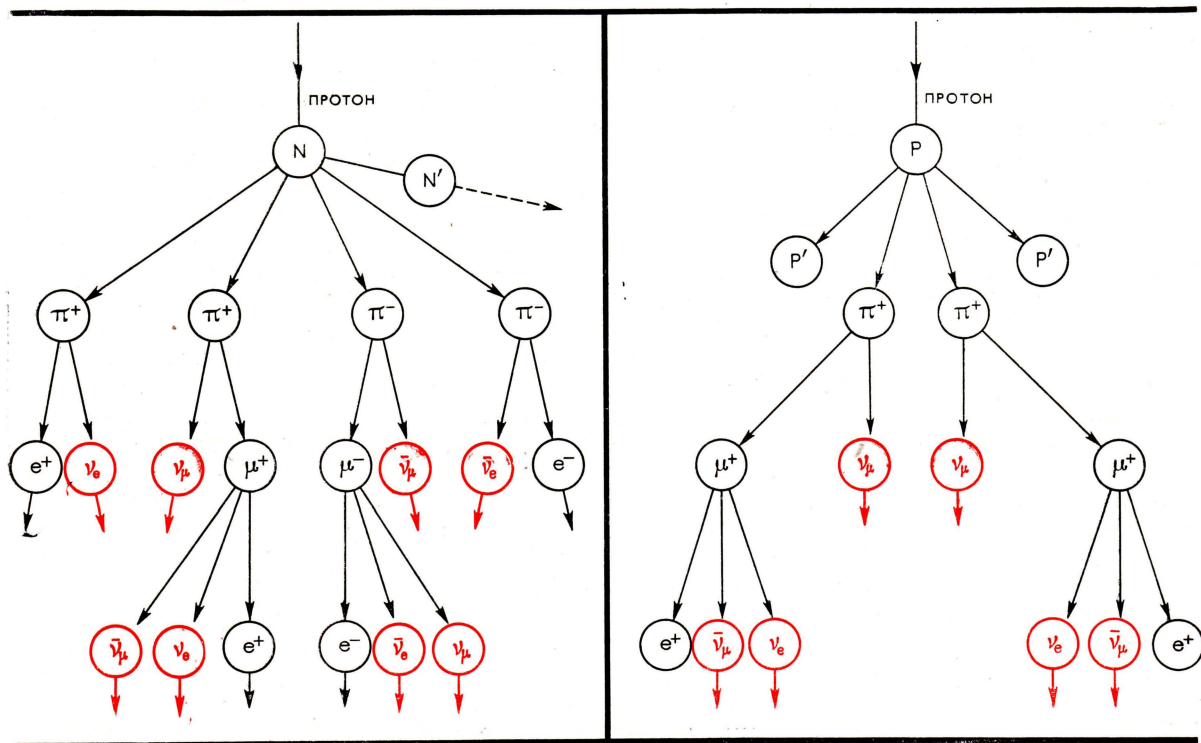
Еще до того как удалось наблюдать свободные нейтрино, астрофизиков очень интересовали слабые взаимодействия, изучение которых могло помочь им в поисках ответа на ряд вопросов. Каким образом звезды светят столь ярко на протяжении столь длительного времени? Энергии гравитационного сжатия явно недостаточно для этого. Только энергия, выделяющаяся

Рис. 1. Источники нейтрино. Цепная реакция синтеза ядер водорода (слева), как полагают, является источником солнечной энергии. Эта реакция, в ходе которой водород превращается в более тяжелые элементы, идет с образованием нейтрино низких энергий. Интенсивные потоки этих частиц были обнаружены с помощью установки, построенной в Южной Африке. Нейтрино могут также рождаться при соударении космических лучей высоких энергий с ядрами атмосферы (в центре). Частица космических лучей, обычно протон, соударяясь с ядрами в атмосфере, образует остаточный протон и несколько положительных и отрицательных пионов. При распаде пионов возникают различные частицы, в том числе мюонные и электронные нейтрино и антинейтрино, а также мюоны. По-

ся при ядерных реакциях, может поддерживать высокую светимость звезд длительное время. Однако удовлетворительная теоретическая картина рождения энергии в звездах начала вырисовываться лишь после открытия слабых взаимодействий между ядра-

ми атомов с участием нейтрино.

Для объяснения процесса высвобождения энергии в недрах Солнца Г. Бете и Ч. Кричфилд предложили протон-протонную цепочку синтеза, которая была уточнена У. Фаулером и другими в



следние, в свою очередь, распадаются, рождая новые нейтрино, электроны и позитроны. Энергия нейтрино, рожденных этой серией распадов, колеблется в широких пределах от небольших значений до очень высоких. Плотность потока нейтрино сравнительно невелика, однако она примерно в 1000 раз превышает плотность потока нейтрино, возникающих при столкновении космических лучей с ядрами в Космосе (справа). При взаимодействии протонов космических лучей с межгалактическим веществом рождаются пионы, которые затем распадаются на мюоны и нейтрино. Далее, при распаде мюонов образуются дополнительные нейтрино. Обнаружить космические нейтрино очень трудно из-за сильного фона, который создают нейтрино, возникающие в атмосфере

це в «нейтринном свете», мы получали бы сигналы из горячего ядра и имели бы возможность проверить наши представления о механизме генерирования энергии в звездах.

Вторая проблема, которая ставит втупик астрофизиков, — своеобразное поведение сверхновых звезд. Г. Гамов и М. Шёнберг в 1941 г. первыми высказали предположение, что гигантские масштабы процесса выделения энергии в этих звездах объясняются неспособностью звездной массы реально существующей плотности удерживать нейтрино. Когда в звезде происходят ядерные реакции, то значительная до-

1958 г. (рис. 1, слева). Хотя теоретические доводы в пользу этой серии реакций достаточно убедительны, они основаны на крайне косвенных выводах и недостаточно детальные.

Существенные трудности вызывает то, что горячая цен-

тральная зона Солнца (около 15 000 000° К), где идут ядерные реакции, не просматривается с помощью тех частиц, которые подходят непосредственно к поверхности Солнца и, следовательно, доступны телескопам на Земле. А если бы мы могли наблюдать Солн-

ля энергии передается нейтрино, которые свободно уходят, не взаимодействуя с веществом звезды. Такая утечка энергии с нейтрино характерна для процессов, идущих в сверхновых; она приводит к уменьшению внутреннего давления в недрах звезды. Создаются условия для начала гравитационного сжатия, в процессе которого нарастает температура, а следовательно, и интенсивность ядерного «горения». В новом, еще более горячем состоянии звезда также излучает непропорционально много энергии в форме нейтрино. И это продолжается до тех пор, пока звезда не вспыхнет и не коллапсирует (не «схлопнется»).

Реакции, предложенные Гамовым и Шёнбергом, в итоге сводятся к превращению кинетической энергии электрона в пару нейтрино $\nu_e + \bar{\nu}_e$. Авторы остроумно назвали эту бесследную утрату энергии урка (urca) процессом по аналогии с бесследной потерей денег в казино de Urca в Рио-де-Жанейро. Было разработано много вариантов урка процесса. Все они сходны по гигантским масштабам потери энергии с нейтрино. Как указывал Г. Чу, на стадии коллапса сверхновой нейтринная светимость может в 10^{16} раз превосходить светимость поверхности Солнца.

Как же обнаружить сверхновую звезду с помощью счетчиков нейтрино? Согласно теории, выдвинутой С. Колгейтом в 1964 г., сверхновая должна излучать примерно 10^{45} нейтрино в секунду на протяжении 5 минут. При этом энергия нейтрино будет порядка 10 Гэв ($10 \times 10^9 \text{ эв}$). Из оптических наблюдений следует, что в галактике в среднем вспыхивает одна

сверхновая за 80 лет. Учитывая характер взаимодействия нейтрино с веществом и размеры нашей Галактики, можно ожидать, что в среднем, содержащем 100 млн. τ вещества, удалось бы на протяжении 5 минут зарегистрировать 300 актов взаимодействия нейтрино с веществом (в среднем по одному в секунду). Такие события отмечались бы в среднем один раз в 80 лет. А поскольку ближайшая к нам галактика удалена на 10^5 световых лет, нам понадобился бы еще более крупный приемник нейтрино — с массой около 10 млрд. τ , чтобы зарегистрировать и эти частицы. Даже если бы можно было создать такую чудовищно большую установку, мы при исключительно благоприятных обстоятельствах «увидели» бы всего по одной сверхновой в год. Я не возлагаю особых надежд на это направление в нейтринной астрономии.

Возможен и иной источник нейтрино: космические лучи высоких энергий, которые сталкиваются с веществом. Протоны космических лучей, например, могут соударяться с частицами межгалактического газа и пыли, образуя ливень пионов, распадающихся затем на мюоны и нейтрино. Мюоны, в свою очередь, при распаде рождают электроны и нейтрино (рис. 1, справа). Приближенные расчеты потоков космических нейтрино, выполненные К. Грейзеном и другими учеными, дают обескураживающе малые величины. Подобные реакции могут происходить и в атмосфере Земли (рис. 1, в центре). Но потоки нейтрино в этом случае примерно в 1000 раз больше по сравнению с предполагаемой величиной пото-

ков космических нейтрино.

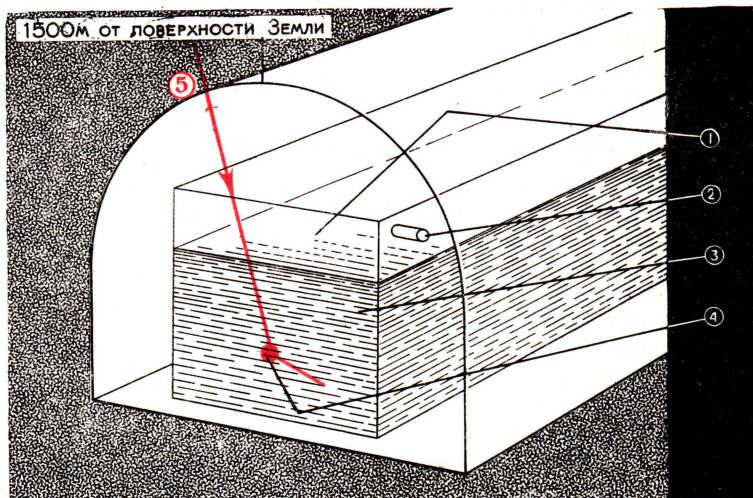
Вследствие исключительно слабого взаимодействия с веществом, практически все нейтрино низких и высоких энергий, родившиеся в любых мыслимых процессах, несут информацию о своем рождении. И пока мы не обнаружим нейтринное излучение — этот поток энергии Вселенной — мы не сможем судить о том, какая часть энергии Вселенной приходится на их долю. Современные пределы наших экспериментальных возможностей не исключают даже того, что на долю нейтрино приходится подавляющая часть энергии Вселенной.

Рассказав о развитии наших представлений о нейтрино и их связи с астрофизикой, я перехожу к описанию экспериментальных методов нейтринной астрономии. Лучше всего, пожалуй, проиллюстрировать эти методы на примере нескольких научных экспериментов.

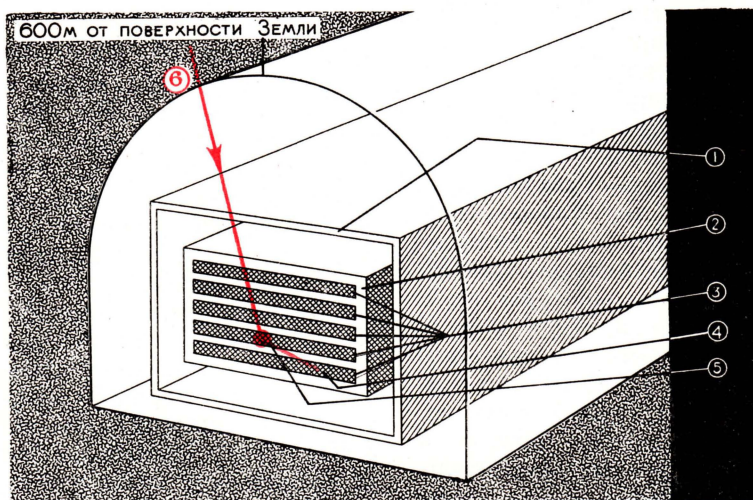
Наиболее тонкий эксперимент по обнаружению солнечных нейтрино предложен Р. Дэвисом в Брукхейвенской национальной лаборатории (США). Опираясь на идеи Б. Понтекорво и Л. Альвареца, выдвинутые в 40-х годах, Дэвис разработал **радиохимический метод**, с помощью которого он попытается наблюдать в большом баке, наполненном перхлорэтиленом C_2Cl_4 , взаимодействие солнечных нейтрино с изотопом хлора Cl^{37} (рис. 2, сверху).

В результате должен образоваться радиоактивный изотоп аргона — Ar^{37} с пери-

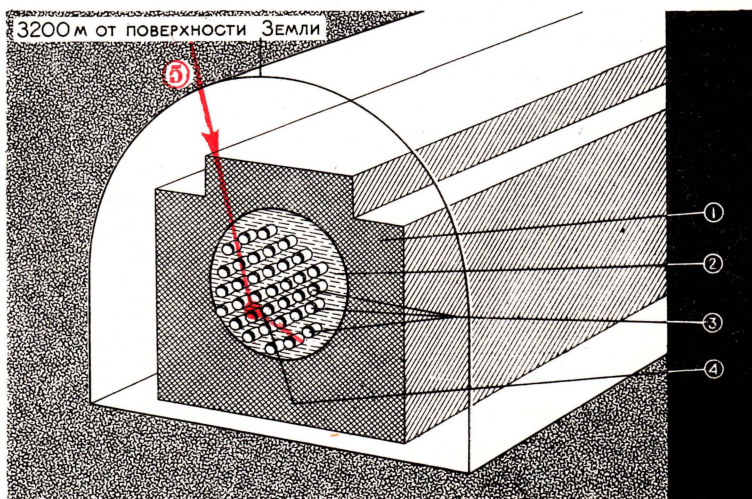
Рис. 2. Проекты установок для обнаружения нейтрино. Самый чувствительный прибор, предназначенный для наблюдения солнечных нейтрино, разработан Р. Дэвисом. В нем будет использоваться радиохимический метод. Мишень, объемом 450 000 л, вероятно, позволит зарегистрировать примерно 5 взаимодействий в сутки. 1 — гелий; 2 — гелий и Ar^{37} для счетчика со слабым фоном; 3 — перхлорэтиленовая мишень объемом 450 000 л, содержащая изотоп хлора Cl^{37} ; 4 — соударение «нейтрино — Cl^{37} » ($\nu_e + \text{Cl}^{37} \rightarrow \text{Ar}^{37} + e^-$); 5 — траектория нейтрино



Эксперимент для измерения энергии каждого соударения солнечных нейтрино с веществом предложен Р. Вудсом и автором статьи. Приемником служат литиевые пластины, погруженные в жидкостный сцинтилляционный счетчик. Эта установка, как предполагают, будет регистрировать в год примерно 50 нейтрино с энергией более 6 Мэв. 1 — защита; 2 — жидкостный сцинтилляционный счетчик объемом 9000 л; 3 — литиевые пластины (весом 750 кг каждая); 4 — электрон, зарегистрированный сцинтиллятором; 5 — соударение нейтрино с литием мишени ($\nu_e + \text{Li}^7 \rightarrow \text{Be}^7 + e^-$); 6 — траектория нейтрино



В глубоком южноафриканском руднике собираются смонтировать установку, приемник которой состоит из жидкостного сцинтиллятора и 70 фотоумножителей. На этой установке, возможно, удастся регистрировать в год около 20 солнечных нейтрино с энергией большей 6 Мэв. 1 — парафиновые блоки (40 т); 2 — жидкостный сцинтилляционный счетчик объемом 4500 л; 3 — фотоумножители, 4 — соударение нейтрино с электроном ($\nu_e + e^- \rightarrow \nu_e + e^+$); 5 — траектория нейтрино



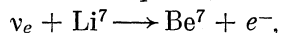
одом полураспада 35 дней. Он будет удаляться из бака струей газообразного гелия и собираться в небольшом счетчике со слабым фоном. Оценив ожидаемую плотность потока солнечных нейтрино, рождающихся на Солнце, в основном, при распаде B^8 , и вероятность реакции $\nu_e + {}^{37}\text{Cl}$ из некоторых теоретических соображений Дж. Бакалла, Дэвис полагает, что удастся регистрировать в день примерно 5 актов взаимодействия нейтрино, если мишень будет объемом 450 000 л. Фон от космических лучей на уровне моря слишком силен, поэтому Дэвис собирается поместить свою нейтринную обсерваторию примерно на 1,5 км под поверхность земли.

Отрицательный результат эксперимента Дэвиса будет означать, что уровень солнечной активности находится за пределами чувствительности его аппаратуры (т. е. сигнал по крайней мере, в 10 раз слабее, чем предполагалось) и за пределами чувствительности любых существующих сейчас методов. С другой стороны, положительный результат нельзя будет без дополнительных доказательств расценивать, как регистрацию одних только солнечных нейтрино. Самым убедительным свидетельством было бы экспериментальное обнаружение изменения величины сигнала в пределах 7%, которое должно возникать в силу того, что Земля движется вокруг Солнца по эллиптической орбите, а интенсивность потока нейтрино обратно пропорциональна квадрату расстояния от их источника.

Параллельно с подготовкой эксперимента Дэвиса не-

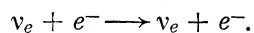
сколько ученых из Института Кейса (США) и Витвотерс-рэндского университета (Южная Африка) монтируют оборудование для получения дополнительной информации и проверки нейтринных сигналов. Если в радиохимическом методе энергии всех зарегистрированных нейтрино усредняется, то методика этих экспериментов предусматривает измерение энергии каждого соударения нейтрино с веществом мишени.

Один из способов **прямой регистрации нейтрино** основывается на реакции



предложенной Р. Вудсом и мной в Институте Кейса и независимо от нас Дж. Бакаллом. Установка состоит из пластин лития, погруженных в жидкостный сцинтилляционный счетчик, который регистрирует образующиеся электроны (рис. 2, в центре). Мы думаем, что с помощью 750 кг лития, заложенного в счетчик, нам удастся отмечать в год примерно 50 электронов с энергией больше 6 Мэв. Чтобы уменьшить фон от космических лучей и естественной радиоактивности, счетчик опущен в соляную шахту на глубину 590 м. Жидкостная сцинтилляционная установка, вмещающая 9 000 л, поможет выяснить интенсивность потока, а также получить некоторую дополнительную информацию о спектре солнечных электронных нейтрино.

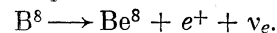
Другой способ счета, предложенный Р. Кроппом и мной, заключается в исследовании Солнца с помощью реакции упругого рассеяния



Суть реакции в том, что,

взаимодействуя с орбитальным электроном, нейтрино отдает ему часть своей энергии. Это похоже на столкновение движущегося бильярдного шара с другим шаром, стоящим на месте. В принципе здесь можно определить энергию падающего нейтрино, измеряя энергию электронов, претерпевших соударение. Более того, как указывал Бакалл, если известно направление движения электрона после соударения, можно выяснить и направление, по которому двигалось нейтрино перед столкновением. Сейчас Кейс-Витвотерс-рэндская группа ведет подготовку к экспериментальному определению энергии нейтрино. Опыт собираются проводить в Южной Африке в лаборатории, расположенной очень глубоко под землей. Счетчик состоит из жидкостного сцинтиллятора объемом в 4 500 л и 70 фотоэлектрических умножителей (рис. 2, внизу). Для защиты от естественной радиоактивности он огражден парафиновыми блоками, общий вес которых — 40 т. На этой установке за год, по-видимому, удастся зарегистрировать примерно 20 актов взаимодействия солнечных нейтрино с энергиями, превышающими 6 Мэв. Если «наблюдение» Солнца с помощью этой реакции окажется успешным, можно будет уже думать о создании нейтринного телескопа с использованием направленного черенковского свечения электронов, рождающихся при соударении.

И радиохимический метод, и метод прямого счета предполагают, что на Солнце протекает реакция



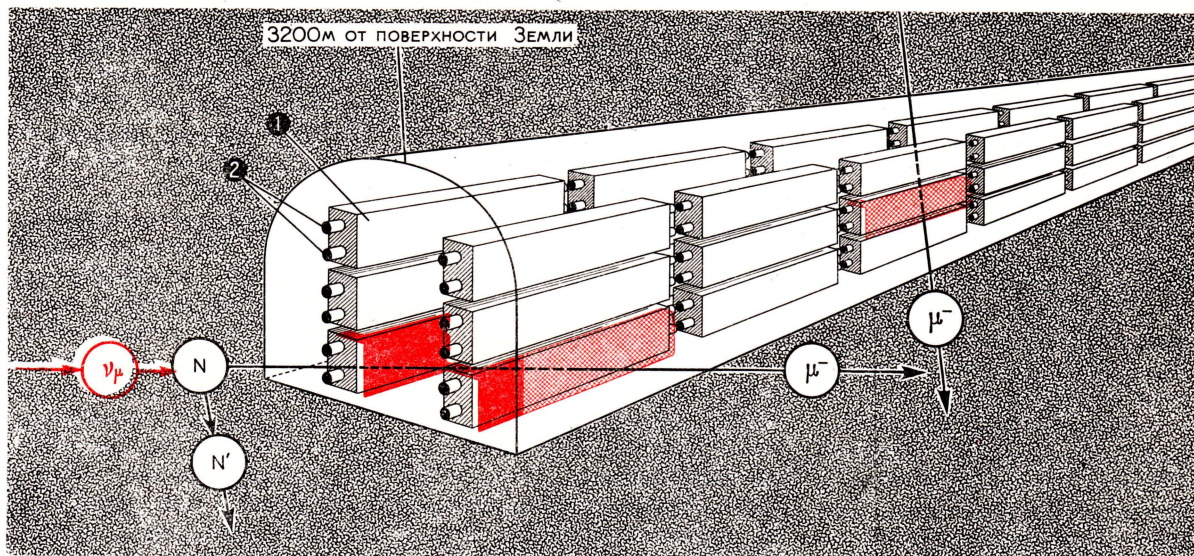


Рис. 3. Нейтринный телескоп, установленный в Южной Африке. Он предназначен для регистрации мюонов, рождающихся при взаимодействии нейтрино с ядрами. При высоких энергиях, присущих таким взаимодействиям, образующиеся мюоны движутся в том же направлении, что и нейтрино. Сейчас сооружается усовершенствованный вариант этого телескопа с 60 регистрирующими элементами. На схеме слева показан мюон, возникший в результате столкновения нейтрино с атомным ядром в скальной породе. Справа — мюон, рожденный взаимодействием, которое произошло в атмосфере. 1 — люцитовые боксы со сцинтилирующей жидкостью; 2 — фотоумножители

Именно в ходе этой реакции возникают нейтрино, обладающие необходимыми, достаточно высокими энергиями (до 14 Мэв). При таких энергиях возрастает вероятность взаимодействия нейтрино с веществом, а следовательно, и вероятность сигнала, который можно регистрировать. Не менее важно для экспериментов по методу прямого счета и то, что с повышением энергии взаимодействия фон быстро ослабевает.

Занимаясь нейтринной астрономией, исследователи

поступают, казалось бы, вопреки здравому смыслу: стремясь заглянуть в небеса — забираются глубоко под землю. Но ведь земля не является сколько-нибудь заметным препятствием для нейтрино. И в то же время она хороший экран, задерживающий нежелательное для экспериментов космическое излучение.

Чтобы установки для регистрации нейтрино низких энергий могли функциониро-

вать, они должны удерживать, по меньшей мере, некоторые из продуктов, образующихся в результате взаимодействия с нейтрино. Кроме того, исследователям нейтрино низких энергий мешает вседозвучивающий фон, возникающий за счет естественной радиоактивности. С переходом к более высоким энергиям положение изменяется: исчезает радиоактивный фон, а эффективный размер приемника может превысить на много порядков геометрические размеры самого приемника. Дело в том, что энергичные мюоны, рождающиеся при взаимодействии с нейтрино высоких энергий, имеют колоссальную длину пробега. Следовательно, для регистрации акта нейтринного взаимодействия, достаточно поместить установку где-нибудь вдоль длинной траектории мюонов (рис. 3).

Мюон, рожденный при взаимодействии нейтрино высокой энергии, проникает сквозь скальные породы земной коры и проходит через большой детектор, который

регистрирует его и отмечает направление движения. Поскольку энергия нейтрино при взаимодействии очень велика, возникший мюон движется практически в том же самом направлении.

Нейтринный телескоп, схема которого показана на рис. 3, не позволяет отличить мюон, образовавшийся в результате нейтринных взаимодействий, от мюона, родившегося в атмосфере Земли. Чтобы преодолеть эту трудность, экспериментаторы решили забраться глубоко под землю, учитывая к тому же, что число фоновых мюонов быстро убывает с увеличением угла, отсчитываемого от местного направления в зенит. Фоновые мюоны, регистрируемые установкой, как правило, движутся по траектории, приблизительно перпендикулярной земной поверхности. Мюоны, которые рождаются при нейтринных взаимодействиях, могут «взлетать» в установку под любыми углами. Для атмосферных мюонов толща всей планеты и даже незначительная ее часть служит непреодолимым препятствием. Поэтому мюоны, бомбардирующие Землю с противоположной стороны, не создают фон.

Гораздо труднее исключить другой источник фона — нейтрино, рождающиеся в земной атмосфере. При ожидаемых потоках нейтрино высоких энергий, наш телескоп даст возможность выделить лишь локальные источники на сравнительно более интенсивном фоне атмосферных нейтрино. Однако спектр нейтрино очень высоких энергий (более 1000 Гэв), по-видимому, имеет внеземное происхождение. Это спектральное различие мало помо-

гает, так как, применяя описанную методику, нельзя измерить энергию мюона. Возможно, выходом из создавшегося положения явится сооружение большой установки, которая сможет поглощать мюоны, возникающие при взаимодействии нейтрино с энергией в 1000 Гэв , и позволит регистрировать направление движения частиц. В конце статьи я вернусь к этому предложению.

Описанная методика сейчас успешно применяется для обнаружения атмосферных нейтрино высокой энергии группами ученых, работающих в южно-африканском золотом руднике, и в золотом руднике в Индии. Обе эти группы используют в качестве телескопов сцинтилляционные счетчики, однако их эксперименты различаются. Телескоп Кейс-Витотерсэндской группы (Южная Африка) гораздо менее точно определяет направления траектории частиц, но по площади, а следовательно, и по чувствительности он в несколько раз превосходит индийскую установку. Телескоп африканской группы находится на глубине $3\ 200 \text{ м}$ под землей в шахте, расположенной восточнее Йоганнесбурга (гораздо глубже, чем индийская установка, поэтому фон мюонов, рожденных в атмосфере космическими лучами, здесь примерно вдвое слабее). Масштабы задуманного эксперимента с космическими нейтрино можно представить, если указать, что африканская установка, площадь которой 165 м^2 , является лишь маленькой опытной моделью! Сейчас в той же шахте под Йоганнесбургом сооружается новая нейтринная лаборатория. В ней разместится бо-

лее крупная установка. Ее чувствительность будет, вероятно, раза в три выше чувствительности уже работающего телескопа, а разрешающая способность в угловой мере достигнет 1° .

Установка для регистрации нейтрино несколько иной конструкции сооружается под руководством Дж. Койфеля в Университете штата Юта (США). Это — остроумная система черенковских и ионизационных счетчиков, размещенных в массивном бетонном блоке весом в $2\ 000 \text{ т}$. Предполагается, что установка позволит измерять направление движения частиц с точностью до долей градуса. Койфель намерен поместить свой приемник на небольшой глубине в несколько сотен метров и учитывать сигналы, рожденные теми мюонами, которые летят вверх. Интересно, что даже такой массивный блок способен задерживать лишь мюоны, энергия которых меньше 5 Гэв . Такие энергии характерны для атмосферных нейтрино. Как и в южно-африканском и индийском экспериментах, так и в данном случае большая часть сигнала от нейтрино с более высокими энергиями рождается в скальной породе, окружающей приемник. Перечисленные установки, действующие и строящиеся, — лишь небольшой шаг на пути к обнаружению космических нейтрино высоких энергий. Но во всяком случае мы уже начали двигаться по этому пути.

Вероятно, мы находимся в преддверии интереснейших исследований в области внеземных нейтрино. Можно

ожидать, что с помощью установок, которые сейчас сооружаются, мы вскоре познаем недра ближайшей к нам звезды — Солнца. Впереди — трудные проблемы, связанные с изучением нейтринных потоков, идущих от сверхновых звезд, обнаружением «нейтринного моря» — большого числа нейтрино малых энергий — менее 1 Мэв , а также космических нейтрино очень высоких энергий.

Пока еще нет методов, на которые уже можно было бы сделать ставку. Но общее направление исследований очевидно: необходимо разрабатывать еще более крупные установки. К счастью для будущего нейтринной астрономии значительных успехов достигли исследователи атмосферных нейтрино, что весьма важно и для изучения взаимодействия нейтрино высоких энергий. Эти успехи побуждают к дальнейшему совершенствованию методов исследований в диапазоне энергий от 10 до 1000 Гэв . Положительные результаты исследований Солнца, несомненно, дадут мощный толчок изучению нейтрино, обладающих меньшими энергиями.

Вдохновленные недавними достижениями, ученые думают уже о сооружении такой установки, по сравнению с которой ныне действующие и строящиеся покажутся карликами. Среди рассматриваемых схем отметим громадную систему из взаимосвязанных фотоэлектронных умножителей, общим объемом около 1 км^3 , опущенную в глубины океана. Эти умножители будут регистрировать черенковское свечение, испускаемое мюонами, рождающимися в результате нейтринного взаимодействия.

Полученные сигналы позволят определить энергию и направления движения прореагировавших нейтрино. Исключение помех от атмосферных нейтрино, обладающих меньшей энергией, поможет более точно регистрировать нейтрино космического происхождения. Советский физик Г. Зацепин и его коллеги выдвинули смелое предложение — поместить установку на Луне, чтобы избавиться от помех атмосферного фона.

Настойчивое стремление постичь громадный нейтринный океан, в недрах которого мы находимся, служит

еще одним выражением интереса человека к окружающему миру. У нас были основания предполагать, что такой океан существует, но мы не могли ни принять, ни расшифровать его сообщения. Поиски этих всепроникающих, единственных в своем роде посланцев Вселенной привели нас в глубочайшие шахты, заставили думать о глубинах океана и даже о Луне, как о месте размещения наших обсерваторий. И все это — ради неуловимых частиц, которые еще десять лет назад не удавалось даже зарегистрировать!



СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ РЕДКОГО ВИДА

2 ноября 1967 г. произойдет нецентральное полное солнечное затмение. Во время таких затмений ось конуса лунной тени ни на одно мгновение не вступает на земную поверхность, хотя сама лунная тень некоторой своей частью проходит по Земле. Затмения этого рода наблюдаются лишь в полярных областях Земли или в непосредственной близости от них.

Нецентральные солнечные затмения очень редки. Так в XX веке их было всего 4 (19 мая 1928 г., 18 марта 1950 г., 29—30 апреля 1957 г. и 23 октября 1957 г.). Солнечное затмение 2 ноября 1967 г. — последнее такое затмение в текущем столетии. Следующее нецентральное солнечное затмение состоится только 9 апреля 2043 г., и в будущем XXI веке их будет 4 (1 полное и 3 кольцеобразных).

Нецентральные солнечные затмения не следует путать с частными солнечными затмениями. Последние относятся к классу по-

лутеневых затмений, так как при частном солнечном затмении по Земле проходит только лунная полутень, тень же Луны на земную поверхность не вступает.

Рассмотрим обстоятельства нецентральное полное солнечное затмение 2 ноября 1967 г. Лунная тень коснется Земли в $5^{\text{ч}} 26^{\text{м}}$, 2 Всемирного времени в точке с координатами $\varphi = -56^{\circ} 16'$; $\lambda = 18^{\circ} 47'$ з. (рис. 1). Наибольшей фазы затмение достигнет в $5^{\text{ч}} 38^{\text{м}}$, 3 в точке $\varphi = -62^{\circ} 09'$; $\lambda = 28^{\circ} 21'$ з. В этот момент ось конуса лунной тени будет находиться на кратчайшем расстоянии (21 км) от поверхности Земли, причем ближе всех к оси окажется точка наибольшей фазы. В $5^{\text{ч}} 49^{\text{м}}, 9$ лунная тень в точке с координатами $\varphi = -67^{\circ} 22'$; $\lambda = 40^{\circ} 21'$ з. соскользнет с земной поверхности. Таким образом, продолжительность полной фазы затмения составит $23^{\text{м}}, 7$.

(Окончание на стр. 45)

ПРИЛИВ ПОКОРЯЕТСЯ

Л. В. БЕРНШТЕЙН,
кандидат технических наук

Использование могучей энергии морского прилива — давняя мечта инженеров и ученых. Трудности на этом пути настолько велики, что только недавно удалось во Франции построить первую приливную электростанцию Ранс. Суровый климат Заполярья потребовал от советских инженеров поиска иных путей решения задачи. О создании опытной Кислогубской ПЭС рассказывает автор ее проекта.

Когда человек впервые смотрит на величественную картину морского прилива, — у него невольно возникает мысль: «Какая огромная энергия! Почему люди до сих пор не использовали ее?!»

...С высокого скалистого обрыва у мыса Карговый, что расположен в устье реки Кулой на берегу Мезенского залива Белого моря, вы видите бескрайние просторы желтых песков, которые затем на ваших глазах в течение нескольких часов покрываются мощным 5—8-метровым слоем воды. 14 млрд. кубометров воды за 6 часов 12 минут приносит сюда приливная волна, т. е. 600 000 кубометров в секунду — в 75 раз больше среднегодового расхода Волги! А ведь есть места на берегах морей и океанов, где приливный подъем воды еще выше. На побережье Охотского моря, у мыса Астрономического, амплитуда прилива (разность уровней полной и малой воды) достигает 11 м, на берегах Бретани, во Франции, 13,5 м, а в канадском порту Монктон наблюдается наивысший на земном шаре прилив — 16 м.

Люди знают об этой огромной энергии в течение веков; приливные мельницы были построены уже 1000 лет назад; но только недавно была создана первая электростанция, использующая энергию прилива для нужд промышленности. Первая ПЭС построена в эстуарии реки Ранс, во Франции.

Связанные с этой проблемой трудности мы поймем, если внимательно ознакомимся с характером и закономерностями явления прилива.

ТРУДНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИЛИВОВ

Прежде всего следует уточнить масштаб явления. До последнего времени на страницах популярных, а подчас и научных изданий появляются данные об «астрономически» больших величинах энергии прилива — $7 \cdot 10^{16}$ кет·ч и его мощности — $4 \cdot 10^{10}$ или даже 8 триллионов кет. Анализ природы прилива позволяет установить реальный масштаб его энергии.

Теория прилива разрабатывалась И. Ньютоном, П. Лапласом, Дж. Дарвином, Дж. Эри, А. Пуанкаре и другими выдающимися учеными*. Под действием центробежных сил системы Земля — Луна и силы лунного притяжения возникает приливообразующая сила. Составляя миллионные доли силы тяжести и воздействуя на огромные массы вод Мирового океана, она вызывает эффект приливных колебаний их уровня. Поле приливообразующей силы имеет форму эллипсоида, окружающего Землю (рис. 1). Большая ось этого эллипсоида все время направлена на Луну и, таким образом, приливообразующая сила имеет наибольшую величину в пунктах земной поверхности, расположенных «под Луной» и на противоположной стороне Земли.

При суточном вращении Земли каждая точка ее поверхности находится под действием непрерывно меняющейся приливообразую-

* См. С. С. Войт. Приливы в океанах и морях. «Земля и Вселенная», № 4, 1966 г.

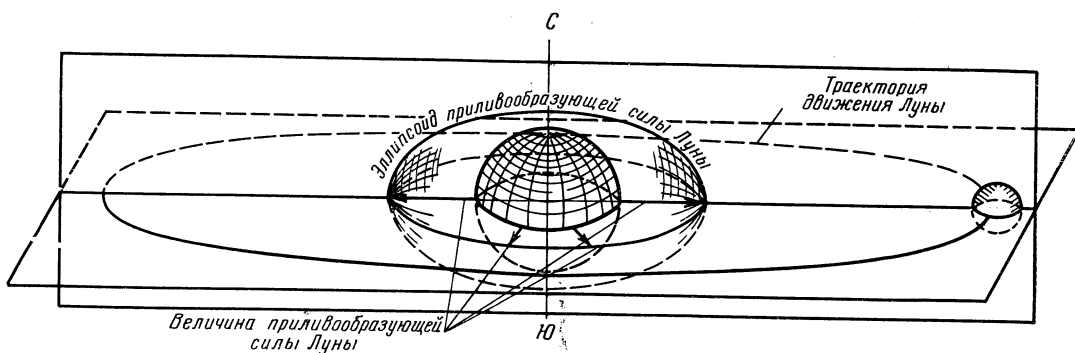


Рис. 1. Эллипсоид приливообразующей силы Луны

щей силы. Возникающая при этом в Мировом океане приливная волна обегает земной шар навстречу вращению Земли, тормозя его. Из наблюдений и расчетов установлена величина этого торможения, вызванного потерей 1 млрд. *квт* из общей энергии вращения Земли $8 \cdot 10^9$ млрд. *квт*. Вот этим числом 1 млрд. *квт* и следует оценивать величину приливной энергии моря.

Точное определение потенциальной мощности прилива в данном бассейне, намеченном для использования, можно сделать при помощи сложных расчетов или путем непосредственного замера хода уровней и скорости. Приближенная оценка технического потенциала бассейна может быть получена (на основе графического метода автора) по простым формулам:

$$E = 0,67 \cdot 10^6 A_{\text{ср}}^2 F \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

ее мощность $N = 250 A_{\text{ср}}^2 F \text{ кВт},$

где $A_{\text{ср}}$ — средняя амплитуда прилива в метрах, а F — площадь бассейна проектируемой ПЭС в квадратных километрах.

Рассматривая вращение Земли внутри эллипсоида приливообразующей силы, мы видим, что для каждого пункта земной поверхности приливообразующая сила в течение лунных суток (24 часа 50 минут) дважды достигает своего максимального значения — за сутки наблюдаются два прилива и два отлива. Понятно, что суточный ход приливной энергии имеет такой же волнообразный характер — два подъема и два спада. Это обстоятельство — первая трудность на пути использования энергии прилива.

В самом деле, представьте себе залив, отсеченный от моря плотиной. Уровень моря в течение 6 часов 12 минут поднимается и

затем столько же времени опускается. Ясно, что если в плотине расположить турбины приливной электростанции (ПЭС), то мощность их под влиянием этого переменного напора будет также переменной. Наступит момент, когда разность уровней моря и отгороженного от него бассейна окажется настолько малой, что турбины остановятся. Затем, когда образуется достаточный для вращения турбин напор обратного направления (при отливе), турбины начнут вращаться опять, постепенно набирая мощность. Неудобство такого режима мощности усугубляется еще и тем, что приливные сутки длятся на 50 минут дольше солнечных. Кроме того, амплитуда прилива, а следовательно, и его энергия меняются еще и в течение месяца. Происходит это потому, что наряду с лунным существует также меньший по величине солнечный прилив. Суммарный прилив бывает наибольшим тогда, когда Земля, Луна и Солнце расположены в пространстве на одной прямой (момент новолуния или полнолуния — сизигия), и наименьшим, когда направления на Луну и Солнце составляют между собой прямой угол (момент первой или последней четверти Луны — квадратура). Сизигия повторяется через каждые 14,2 суток и в результате возникают дополнительные колебания приливной мощности с двухнедельным периодом. В этом состоит вторая трудность покорения энергии прилива.

Как преодолеть эти (и другие) трудности? Сяжки лет и больше средства были затрачены. Исследования ведутся в разных странах. Дена составление проектов и начато строительство первых приливных электростанций во Франции и США до второй мировой войны. Французские инженеры Мэр, Дефур, Шевалье и многие другие безуспешно пытались

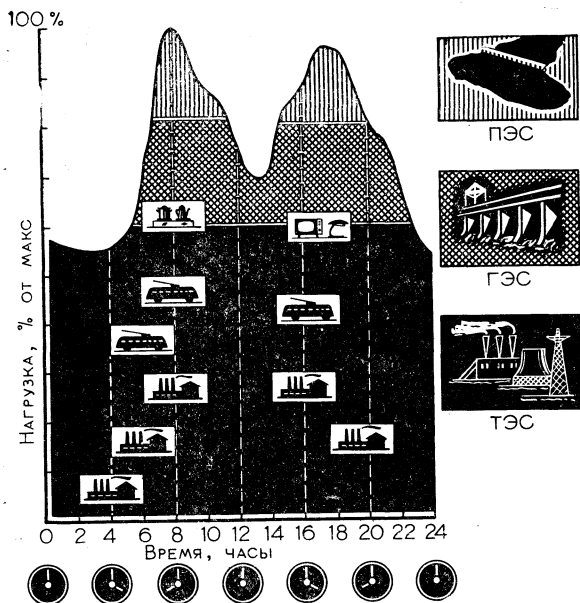


Рис. 3. Электростанции различных типов (ТЭС, ГЭС, ПЭС) могут гармонично обеспечивать потребность в электроэнергии в течение суток

ременной энергетики. Работа по такому графику представляет собой серьезную трудность и для тепловой электростанции (ТЭС). Трудность эта не техническая (она вполне преодолима), а прежде всего экономическая. В современных энергосистемах переменную часть графика нагрузок стремятся передать на гидроэлектростанции (ГЭС) (рис. 3), которые наиболее легко воспринимают быстрое увеличение нагрузки и в стоимости энергии которых преобладают медленно «стареющие» сооружения (плотины, водосбросы, здания). Но и мощности ГЭС не всегда хватает для покрытия пика нагрузки. Это одна из наиболее сложных проблем современных объединенных энергосистем.

Вот здесь-то и выявляется роль приливной элек-

тростанции. Если бы удалось волны приливной энергии совместить с «волнами» потребления — задача была бы решена в оптимальном варианте: ведь приливная энергия в силу своей космической природы не знает колебаний в сезонном и многолетнем цикле, а также и случайных (в зависимости от меняющейся погоды), присущих энергии рек. Несмотря на пульсирующий в течение суток и месяца характер, среднемесячная величина приливной энергии неизменна и всегда гарантирована.

Автор в 1946 г. предложил установить на ПЭС обратимую турбину, которая во время слабой нагрузки системы (например, ночью), при условии совпадения этого времени с полной (или малой) водой в море (рис. 4), работает как насос и производит подкачку морской воды в бассейн выше уровня прилива (или откачку ниже уровня отлива). Эта вода, поднятая над уровнем полной воды, обеспечивает выдачу мощности приливной электростанции в часы пик при работе агрегата ПЭС в качестве турбины.

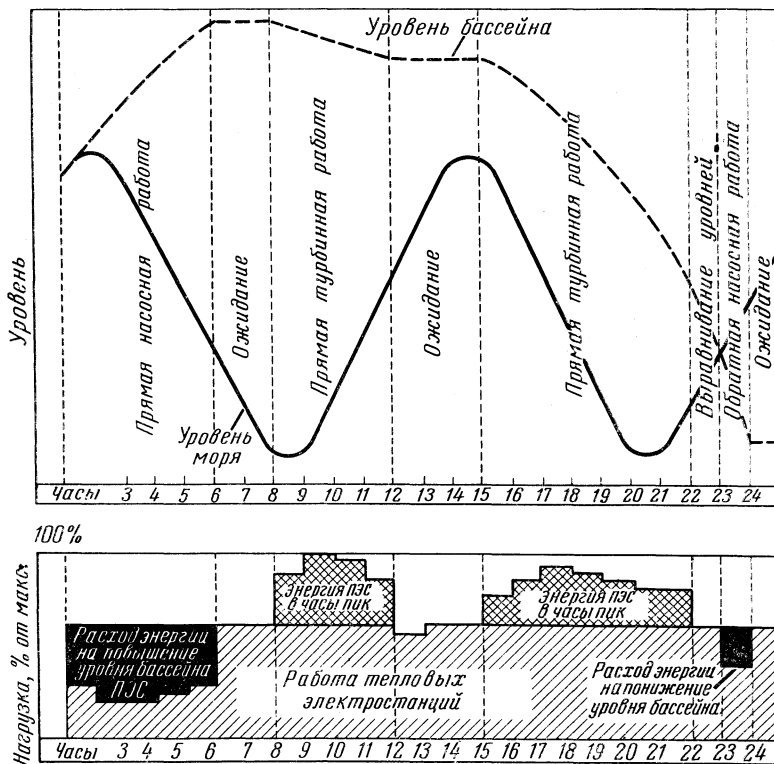


Рис. 4. Суточный цикл работы ПЭС с обратимой турбиной, работающей в часы слабой нагрузки ТЭС в насосном режиме

Однако в такой схеме остается нерешенной задача компенсации угасания мощности прилива в периоды квадратур. Исследование этого вопроса привело к выводу о зависимости ПЭС от речных ГЭС, имеющих многолетнее регулирование. Расчеты показывают, что ввиду кратковременности периода межсизигийного неравенства прилива (14,2 суток) и относительно небольшой величины этого неравенства для такого регулирования необходим очень малый объем водохранилищ: выраженный в киловатт-часах, он составляет всего 1% возможной годовой выработки ПЭС. Но поскольку гидроэлектростанции с водохранилищами многолетнего регулирования удастся создать лишь в очень немногих местах нашей планеты, то с такими ГЭС приходится объединять приливные электростанции возможно большей мощности. Таким

образом, сама природа предопределила использование приливной энергии только в очень больших установках. Да и приливная энергия, рожденная на просторах Мирового океана, не мирится с малыми масштабами ее использования. Ее невозможно эффективно уловить в маленькой установке мельничного типа. Захваченные же плотинами, отсекающими большие заливы, мощные потоки приливной энергии «прорвут» границы приморских районов и устремятся в объединенные энергосистемы, охватывающие экономические районы, страны, а подчас и целые континенты. Здесь, соединяясь с речной энергией, они восполняют ее нехватку и вместе с ней заполняют переменную часть графика нагрузки, обеспечивая возможность наиболее экономичной работы атомных и угольных тепловых электростанций.

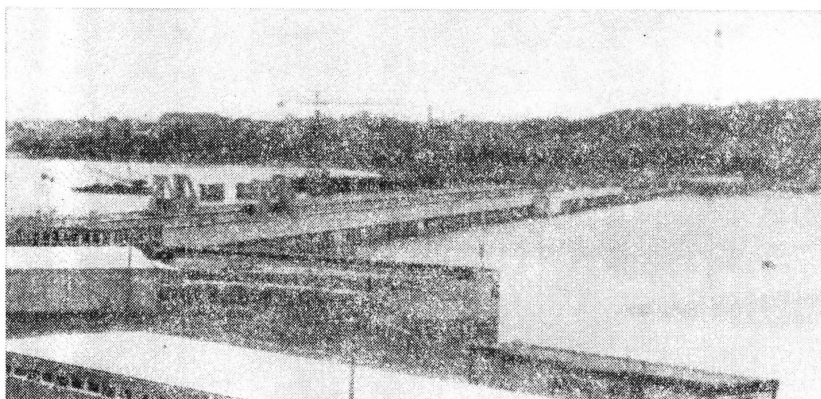
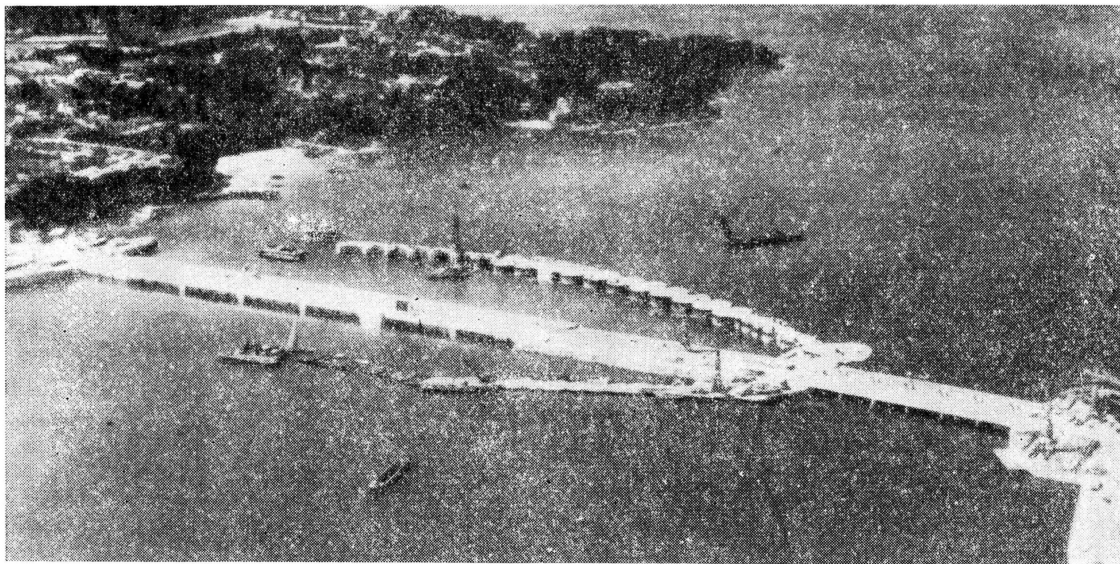


Рис. 5. Приливная электростанция Ранс (Франция). Вверху — панорама строительства после пуска первых 4-х агрегатов. (Декабрь 1966 г.). Внизу — вид на здание ПЭС со стороны бассейна.

Фотохроника ТАСС

Наши исследования показали, какие возможности дает для энергетики ряда стран именно такое комплексное решение проблемы. Промышленное использование приливной энергии ограничено удобными участками морского побережья с высокими приливами, ее общий потенциал (по нашим расчетам, примерно 1 триллион *квт·ч* в год) значительно меньше ресурсов атомного топлива и даже в 20 раз меньше технического энергопотенциала рек планеты. Но если этот потенциал прилива использовать в объединенных энергосистемах, он позволит улучшить работу всех остальных электростанций. Это справедливо для Западной Европы, США, Канады, Южной Америки. При таком подходе выявляются и возможности приливной энергии Белого моря (Мезенский залив) в объединенной энергосистеме Европейской части СССР (выдача 40 млрд. *квт·ч* в пиковую часть графика нагрузок).

Во Франции те же возможности приливной энергии были раскрыты в трудах Р. Жибра, позволивших обосновать сооружение ныне действующей приливной электростанции Ранс (рис. 5), которая выдаст в общую энергосистему этой страны 240 000 *квт* пиковой мощности.

НАГРОМОЖДЕНИЕ ПРЕПЯТСТВИЙ

Первенец советской приливной энергетики (Кислогубская опытная ПЭС близ Мурманска, о которой мы расскажем дальше) в настоящее время только строится, он войдет в эксплуатацию после пуска французской ПЭС Ранс. Объясняется это прежде всего суровыми природными условиями наших побережий.

Представим себя опять на мысе Карговы. Перед нами все тот же бескрайний простор Мезенского залива.

Но погода ухудшилась. Море здесь редко бывает спокойным. Перед вами до самого горизонта бурулящий простор. По заливу одна за другой бегут могучие волны высотой в 5—7 м. Ураганный ветер срывает и вспенивает их вершины. Вступив на мелководье, они с грохотом обрушиваются на берег. С силой в десятки тонн на каждый квадратный метр штурмуют волны твердые скалы, давая высокие всплески, и, наконец, теряют свою энергию. Таким атакам постоянно будет подвергаться и сооружение ПЭС. Но и это еще не все. Представьте, что перед вами панорама Мезенского залива зимой. Волн нет. Под вол-

шебными сполохами полярного сияния мы видим гладь залива, покрытую льдами. Размер их доходит до нескольких километров в поперечнике, толщина 1,5—2 м. Ветер и прилив взламывают сплошные ледяные поля и с большой скоростью несут их в устье реки. По пути они срезают мели, обрушивают берега, а с отливом возвращаются в море. А что если на своем пути они встретят плотину, воздвигнутую человеком? Выдержит она напор стихии? Не потому ли наш знаменитый океанограф Ю. М. Шокальский в 20-х годах высказал мысль, что сооружение приливных электростанций в СССР невозможно? Но теперь мы предлагаем отсечь всю восточную часть залива плотиной длиной 100 км, которая образует бассейн площадью 2000 км² (для сравнения укажем, что зеркало бассейна ПЭС Ранс составляет 20 км²).

Беломорская ПЭС может иметь мощность 14 млн. *квт*, но эти миллионы не так-то легко получить. Прежде всего надо учесть, что при таких масштабах процесс усложняется. После возведения плотины из-за нарушения естественных условий динамика прилива изменится и его амплитуда может или увеличиться или уменьшиться, даже... до нуля. Немало препятствий поставила нам природа, которые особенно велики на Беломорском побережье и на первый взгляд кажутся непреодолимыми. Конечно, строить ПЭС на необжитых скалах Северного Ледовитого океана неизмеримо труднее, чем в районах курортных пляжей Ла-Манша. Поэтому все наши **попытки и искания** многие годы были направлены на то, чтобы использовать современные знания и инженерный опыт, чтобы преодолеть эти препятствия.

МЫ ПОКОРИМ ПРИЛИВ!

За последнее время созданы исключительно прочные материалы и конструкции. Используя их, можно построить здания ПЭС и блоки плотин в виде легких прочных коробок в приморском промышленном центре и на плаву доставить их в створ сооружения, где погрузить на основание, подготовленное под водой без перемычек.

Такова наша наплавная конструкция здания ПЭС (рис. 6). Разумеется, создание этой конструкции было подготовлено имевшимся опытом морской гидротехники. Известны наплавные конструкции дамб, возводимых

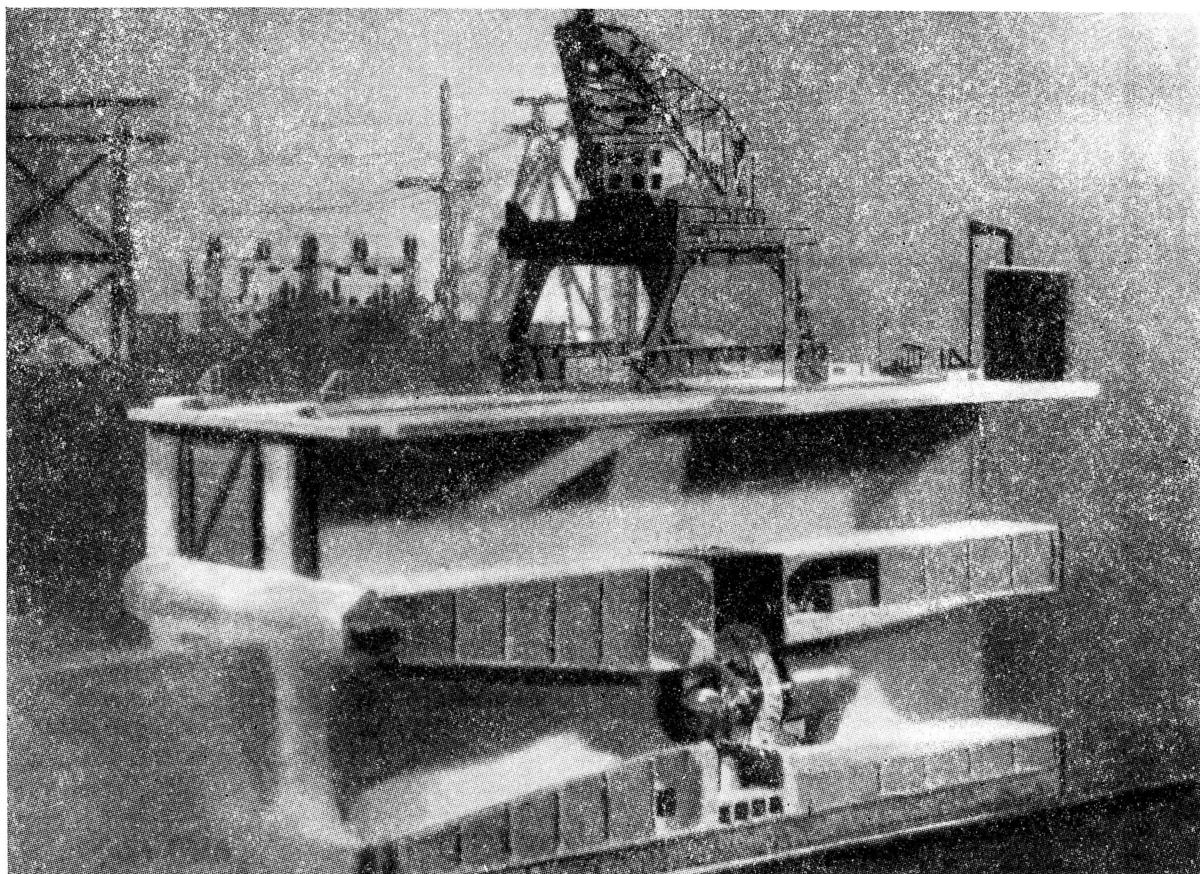


Рис. 6. Модель наплавной конструкции здания опытной Кислогубской ПЭС

Фото К. С. Хабеева

в Голландии, наплавные секции подводных тоннелей в Рендсбурге (ФРГ) и под рекой Фрайзер (Канада) и, наконец, наши плавучие железобетонные доки, изготавливаемые в Херсоне и доставляемые по морю за тысячи миль на Камчатку или в Мурманск.

Легкость предложенной конструкции здания ПЭС, обеспечивающая ее плавучесть, достигается путем изготовления ее из тонкостенного сильно армированного железобетона, а прочность — благодаря пространственной работе этих тонкостенных элементов. Чтобы понять, что такое пространственная работа, вспомним, что лист бумаги не обладает ощутимым сопротивлением изгибу, но, чтобы согнуть этот же лист, свернутый в трубку, надо приложить какое-то усилие. Теперь представьте себе большое сооружение, выполненное из таких трубок: чтобы деформировать его, нужна очень большая сила. Правда, такое сооружение не обладает ве-

сом, нужным для обеспечения его устойчивости, но этот вес достигается заполнением полостей сооружения песчаным балластом после установки конструкции на дно.

Очевидно, что возведение ПЭС таким, еще не применявшимся методом встретит много трудностей. Для проверки предложенной конструкции в натуре в 1963 г. было начато сооружение опытной Кислогубской ПЭС в 100 км к северу от Мурманска. Створ этой установки был выбран нами еще в 1938 г. на основе тщательного обследования всего Мурманского побережья. Прилив здесь имеет амплитуду только 4 м, что значительно меньше, чем в Лумбовском (7 м) или Мезенском (8—9 м) заливах Белого моря. Однако наличие узкого (30 м) и неглубокого (3—4 м) горла, соединяющего губу Кислую с Ура-губой (рис. 7), позволяет поставить здесь опыт с относительно меньшими затратами, так как не надо строить плотину для

образования бассейна. Кроме того, неподалеку от створа будущей ПЭС проходит высоковольтная линия Кольской энергосистемы, что позволяет исследовать работу ПЭС в пиковом режиме.

Мощность Кислогубской ПЭС невелика — всего 800 *квт*. Она далеко не использует всей энергии приливного потока, врывающегося в Кислую губу. Но эта маленькая ПЭС, благодаря уникальности своей конструкции и методов ее возведения, привлекла внимание гидротехников в нашей стране и за рубежом.

Еще при составлении проекта мы видели многообразие и сложность проблем, которые должны быть решены при строительстве этой опытной и промышленных станций. Так, например, было известно, что имеющийся бетон не выдерживает многократных воздействий замораживания — оттаивания во время 150 циклов прилива — отлива в зимний период. Большинство железобетонных свай при-

чала Мурманской нефтебазы разрушились в первую же зиму. Обрастание, коррозия от воздействия агрессивной морской воды и переменные отрицательные температуры — злейшие враги новой конструкции. Рассчитать ее с учетом пространственной работы было нелегкой задачей. Большим препятствием явилось также отсутствие у нас специального гидроагрегата для ПЭС.

Чтобы преодолеть эти трудности, Отделом ПЭС института Гидропроект разворачивается широкий фронт научных исследований, в котором участвуют ученые 22 институтов. Эти работы становятся частью государственного плана. Вот их основное содержание и результаты:

океанографические исследования дали характеристики явления прилива в бассейнах намечаемых для сооружения ПЭС и очень важные сведения о том, что лед не гасит его амплитуду;

впервые в океанографии во время штормо-

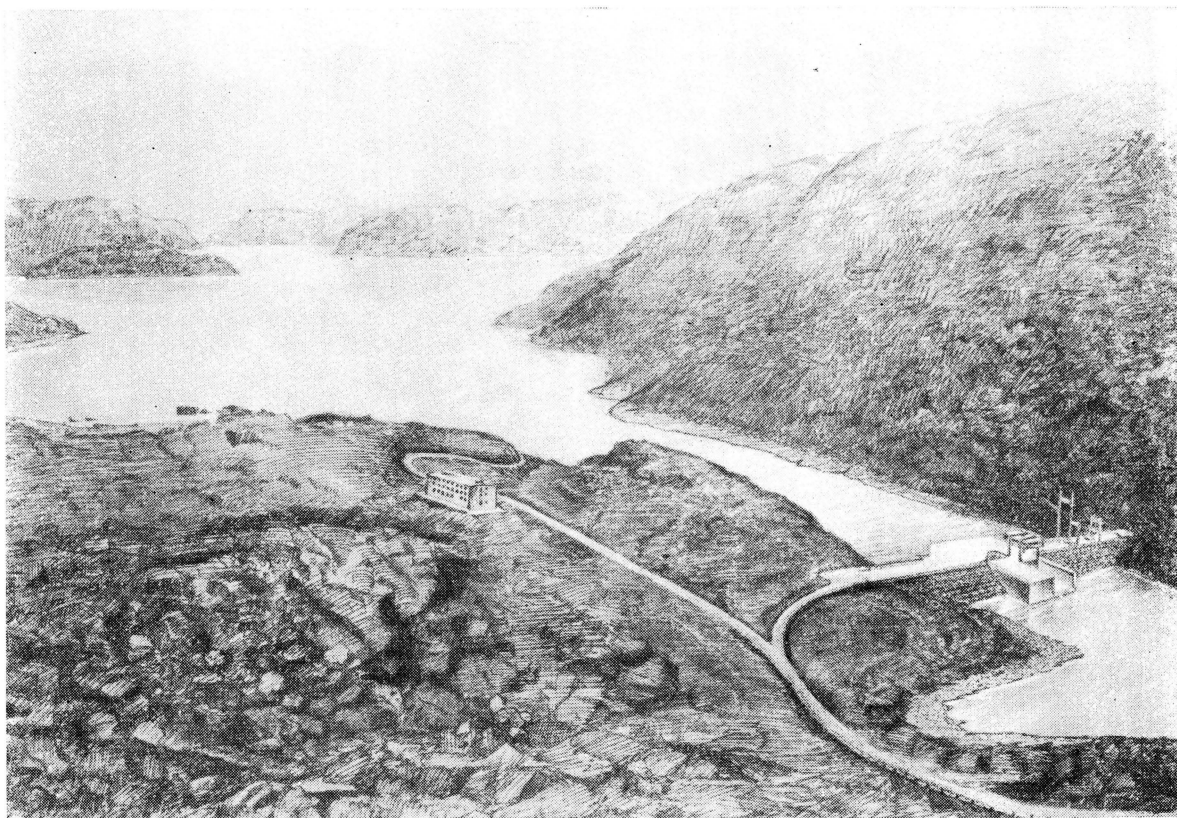


Рис. 7. Панорама губы Кислой близ Мурманска и здания опытной ПЭС (проект)

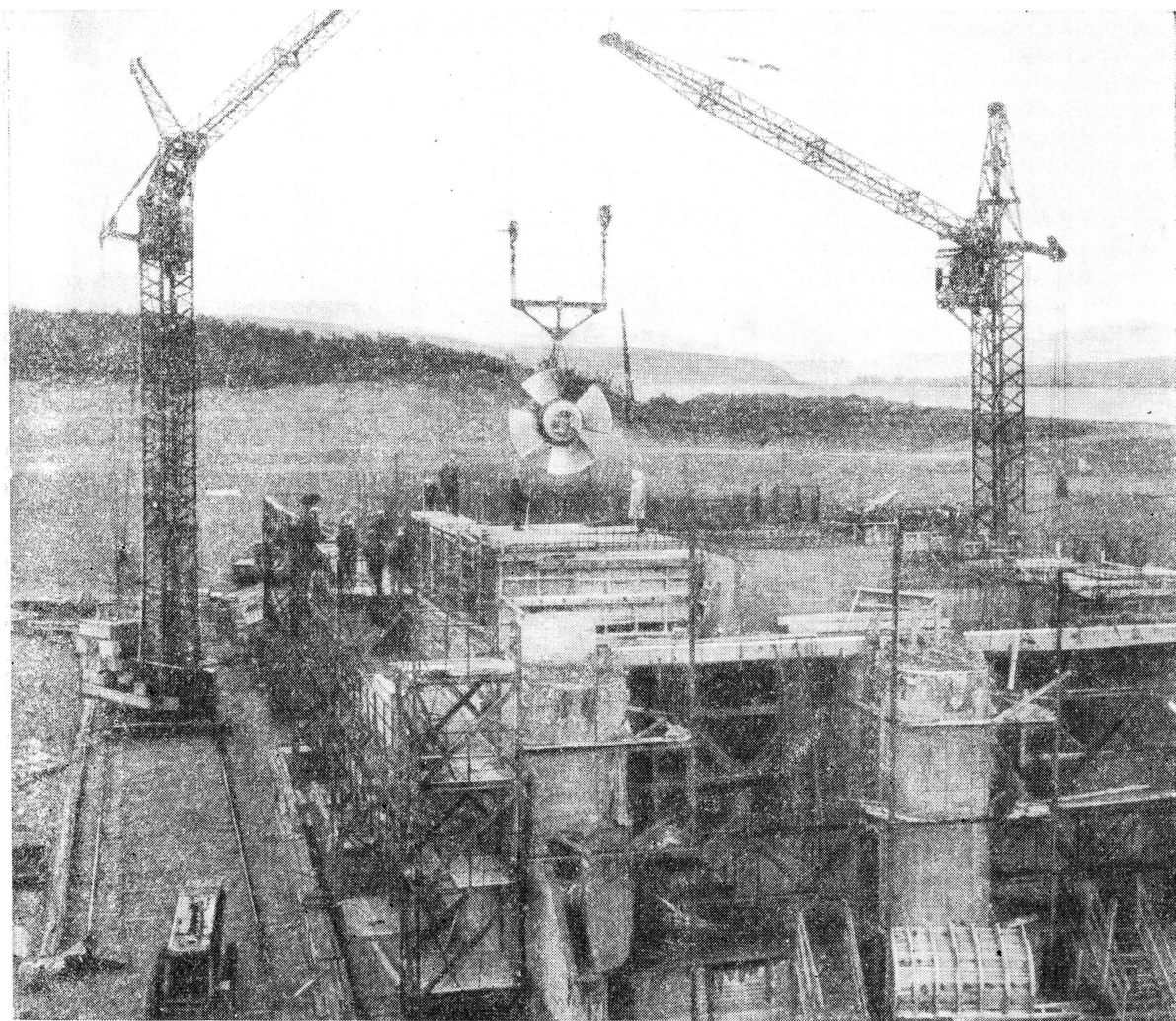


Рис. 8. Сооружение наплавного здания опытной Кислогубской ПЭС в строительном доке на мысе Притыка вблизи Мурманска. Снимок сделан 25 июня 1966 г. Фото А. С. Фирфарова

вого ветра был проведен беспрецедентный по смелости полет двух самолетов для стереоаэрофотосъемки продвижения волны с океанского простора на мелководье;

творческое соревнование нескольких научно-исследовательских институтов по созданию морозостойкого бетона закончилось получением бетона, который за 5 лет прошел без повреждений 2200 циклов замораживания и оттаивания;

решена сложная задача защиты всех конструкций от электрохимической коррозии;

исследованы условия неразрывности

грунта в основании наплавного блока;

создана высокоэффективная легкая тепло-гидроизоляция из вспененной эпоксидной смолы;

наконец, на основе модельных и теоретических исследований рассчитана и доказана прочность конструкции, несмотря на ее ажурные формы.

Понятно, что переход от обычно применяемых при строительстве ГЭС массивных конструкций к тонким требует еще тщательной проверки. Поэтому, прежде чем начать строительство мощных ПЭС в Лумбовском и Мезенском заливах, нужно многое исследовать

в натуре. Поэтому все здание Кислогубской ПЭС насыщено сотнями контрольно-измерительных приборов.

Сооружение Кислогубской ПЭС начато в 1963 г. неподалеку от Мурманска, у самого уреза воды Кольского залива. Здесь в строительном доке возводится железобетонный наплавной корпус ПЭС (рис. 8). Уже смонтирован приливный агрегат, полученный из Франции; второй агрегат создается в СССР на основе изучения опыта работы первого, применительно к условиям наших побережий; ведутся работы по подготовке подводного основания в губе Кислой (рис. 9). Грунты здесь оказались плотнее, чем предполагала геологическая разведка, и рыхление их потребовало применения концентрированных подводных зарядов большой взрывной силы (рис. 10).

Так в процессе строительства опытной Кислогубской ПЭС на практике решаются

различные вопросы использования приливной энергии. Строительство это, по существу, является опытным полигоном, где окончательно отработывается технология наплавного метода возведения ПЭС, проверяются вновь созданные машины и материалы, новые методы укладки бетона в тонкостенную конструкцию, изготовления и нанесения новой тепло-гидроизоляции, уточняются проектные решения и теоретические расчеты.

Решения эти требуют затраты немалых творческих сил и денежных средств. Однако они щедро окупятся и уже окупались. Только один морской бетон, полученный для строительства Кислогубской ПЭС, которым заменят быстро разрушаемые металлические и деревянные портовые гидротехнические сооружения, сэкономит народному хозяйству десятки миллионов рублей. Тонкостенная конструкция здания ПЭС в условиях низконапорных речных гидроэлектро-

Рис. 9. Подводная выемка грунта под основание наплавного блока ПЭС в губе Кислой при помощи плавучего 10-тонного крана, оборудованного грейфером (на фото сверху). На втором плане 100-тонный кран производит выгрузку оборудования

Фото автора

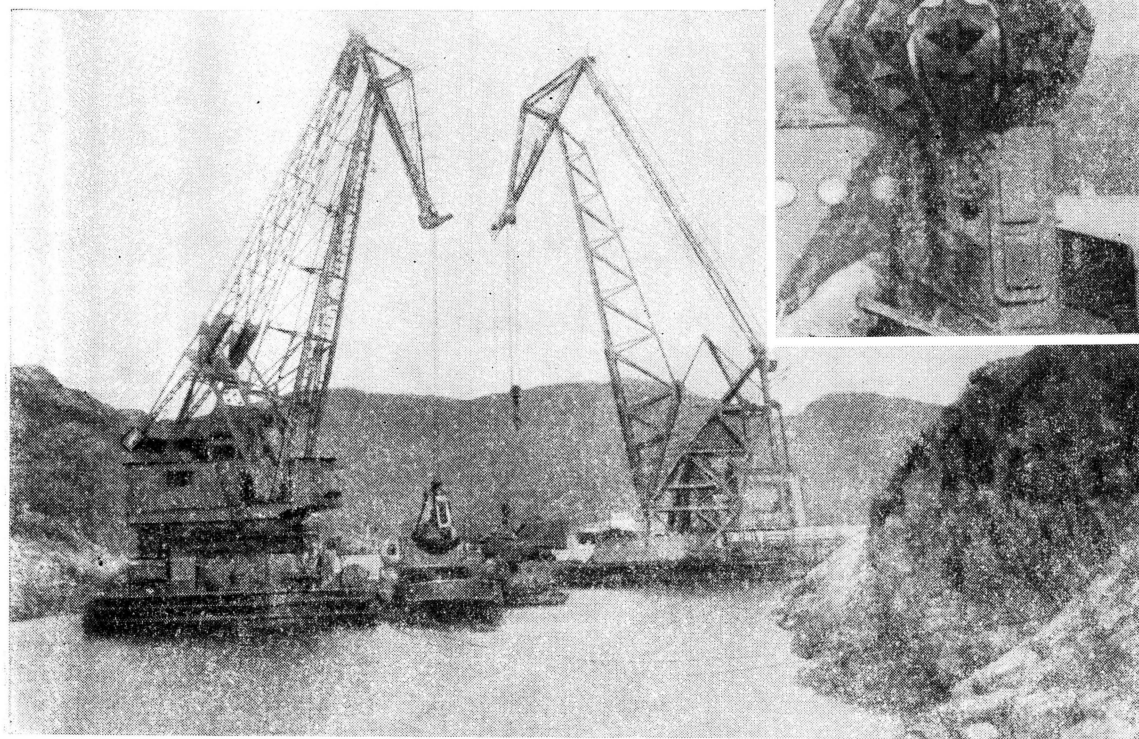




Рис. 10. Губа Кислая, 26 августа 1966 г. Взрыв концентрированного заряда взрывчатки для рыхления грунта при подводной выемке под основание наплавного блока ПЭС

Фото автора

станций в два — три раза уменьшит расход бетона. Нетрудно понять, какую практическую пользу даст новая эффективная тепло-гидроизоляция. Исследования по созданию нового гидроагрегата с переменным числом оборотов обещают повысить на 5—10% вы-

работку низконапорных ГЭС. Этот перечень можно продолжить.

Самой же главной целью, которую мы надеемся достичь в строительстве опытной Кислогубской ПЭС, будет выяснение возможности эффективного строительства мощных

ПЭС в Лумбовском и Мезенском заливах. А это даст 40 млрд. кВт·ч пиковой энергии, которые очень нужны для Европейской части СССР.

Так идет наша «схватка с приливом». Ее первые успехи обнадеживают и наших зарубежных коллег. В многочисленных откли-

ках на торжественный пуск во Франции первой приливной электростанции промышленного значения содержатся ссылки и на нашу концепцию. Более того, на основе предложенной нами наплавной конструкции пересматриваются проекты ПЭС в США, Англии, Канаде.

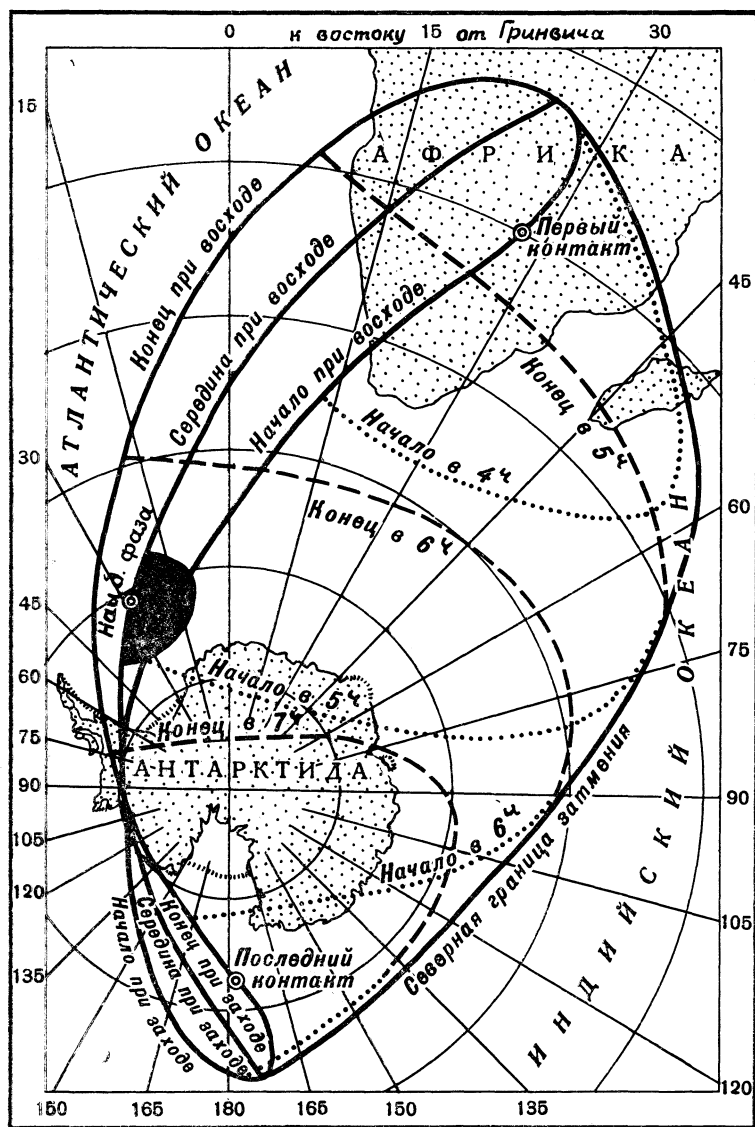


Рис. 1.

(Окончание. Начало на стр. 33)

Полную фазу этого солнечного затмения, как видно на карте (рис. 1), можно наблюдать в южной части Атлантического океана недалеко от побережья Антарктиды вскоре после восхода Солнца.

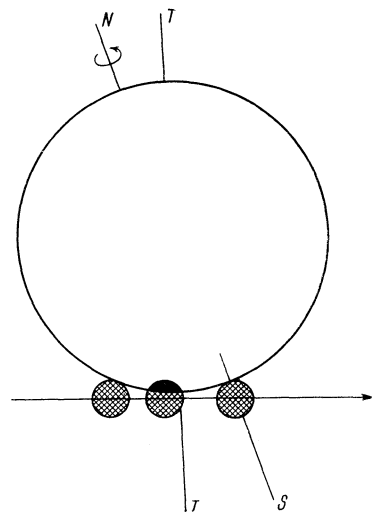
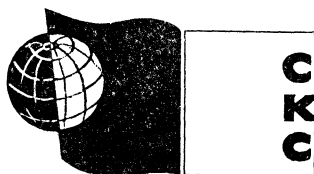


Рис. 2

На рис. 2 прямой стрелкой показано движение лунной тени относительно Земли во время затмения 2 ноября 1967 г. Линия TT' — перпендикуляр к плоскости эклиптики, NS — проекция земной оси. Наблюдатель расположен очень далеко от Земли на оси конуса лунной тени. Размеры лунной тени и кратчайшее расстояние ее оси от Земли для наглядности сильно преувеличены по сравнению с размерами нашей планеты.

А. А. КАВЕРИН,
кандидат физико-
математических наук



**СИМПОЗИУМЫ,
КОНФЕРЕНЦИИ,
СЪЕЗДЫ**

НА ТИХООКЕАНСКОМ КОНГРЕССЕ В ЯПОНИИ

*Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ,
доктор геолого-минералогических наук*

Раз в 3—4 года в странах Тихоокеанского бассейна происходят научные конгрессы. На них обсуждаются самые разнообразные вопросы, связанные с Притихоокеаньем. Автор рассказывает о ходе XI конгресса (Токио, 1966 г.), о некоторых интересных результатах геологических и геофизических дискуссий и делится впечатлениями от поездки по Японии.

О КОНГРЕССЕ

В конце августа — начале сентября 1966 г. в Японии состоялся XI научный Тихоокеанский конгресс. Эти конгрессы созываются Тихоокеанской научной ассоциацией, сформированной в 1920 г. Тогда же в Гонолулу на Гавайях была организована первая сессия конгресса. С тех пор, с периодичностью раз в три — четыре года (иногда даже раз в пять лет), конгрессы собираются в одной из стран тихоокеанского бассейна для обсуждения научных проблем и вопросов, связанных с Притихоокеаньем. Основные и наиболее многочисленные участники съездов — ученые стран, прилежащих к Тихому океану, но в последнее время к ним присоединяются и ученые внетихоокеанских стран. Например, на XI сессии присутствовали представители Венгерской Народной Республики, Финляндии и др.

XI Тихоокеанский конгресс, открывший-

ся в Токио 22 августа 1966 г., был «рекордсменом» по числу участников и стран-участниц: на него съехались без малого шесть тысяч ученых, более чем из пятидесяти стран. Наиболее многочисленной была, естественно, делегация страны-хозяйки Японии, но очень крупные и представительные делегации прислали Соединенные Штаты Америки, Советский Союз и другие государства. В советской группе было около двухсот делегатов, возглавлял ее академик А. А. Губер.

Широк и разнообразен круг научных вопросов, связанных с Притихоокеаньем. В соответствии с этим сложна структура конгрессов. Пожалуй, лучше всего это будет видно, если я приведу данные о повестке дня конгресса.

Первые две недели его работы были посвящены секционным заседаниям и симпозиумам. Секций было двенадцать: метеорология; океанография; геофизика; геология

и почвоведение; биология; земледелие, лесоводство и животноводство; морское и пресноводное рыбководство; питание, народное здравоохранение и медицина; социальные науки; антропология; география; научная информация и музеи. Я перечислил их в том порядке, как они названы в программе конгресса.

Помимо этого проходили заседания двух общих симпозиумов (по проблеме населения Притихоокеанья и по проблеме загрязнения воздуха и вод Тихоокеанской зоны) и шестидесяти (!) специальных, перечислить которые, разумеется, нет ни возможности, ни необходимости. Здесь каждый мог найти себе темы по вкусу — от болезней растений до проблемы цунами, от сельскохозяйственной метеорологии до тропических дерматитов, от проблемы доисторических культур до разработки проекта изучения верхней мантии Земли и т. д.

Третью неделю отвели экскурсиям. Было организовано шесть туров по Японии; причем иногда в зависимости от интересов участников в каждом туре устраивали две разные группы. Основной целью этих поездок

было общее ознакомление с природой и жизнью Японии. Туры были организованы на остров Хоккайдо, в северную, среднюю и юго-западную части острова Хонсю, на острова Сикоку и Кюсю.

В третью неделю конгресса помимо этих общеобразовательных поездок состоялись и четыре специальных экскурсионных симпозиума.

Японские ученые приложили много сил и труда, чтобы сделать конгресс возможно шире и представительнее, и в этом они вполне преуспели. Показательно, что в почетные руководящие органы конгресса пригласили самых высокопоставленных лиц. Патроном конгресса согласился быть кронпринц Японии Акихито (Акихито занимается ихтиологией), почетным президентом — премьер-министр Сато. В середине первой недели состоялся торжественный прием, который посетил император Японии; на этот прием были приглашены руководители и ответственные сотрудники делегаций; такую честь ученым, особенно иностранным, в Японии оказывают чрезвычайно редко.

Все было хорошо в организации и прове-

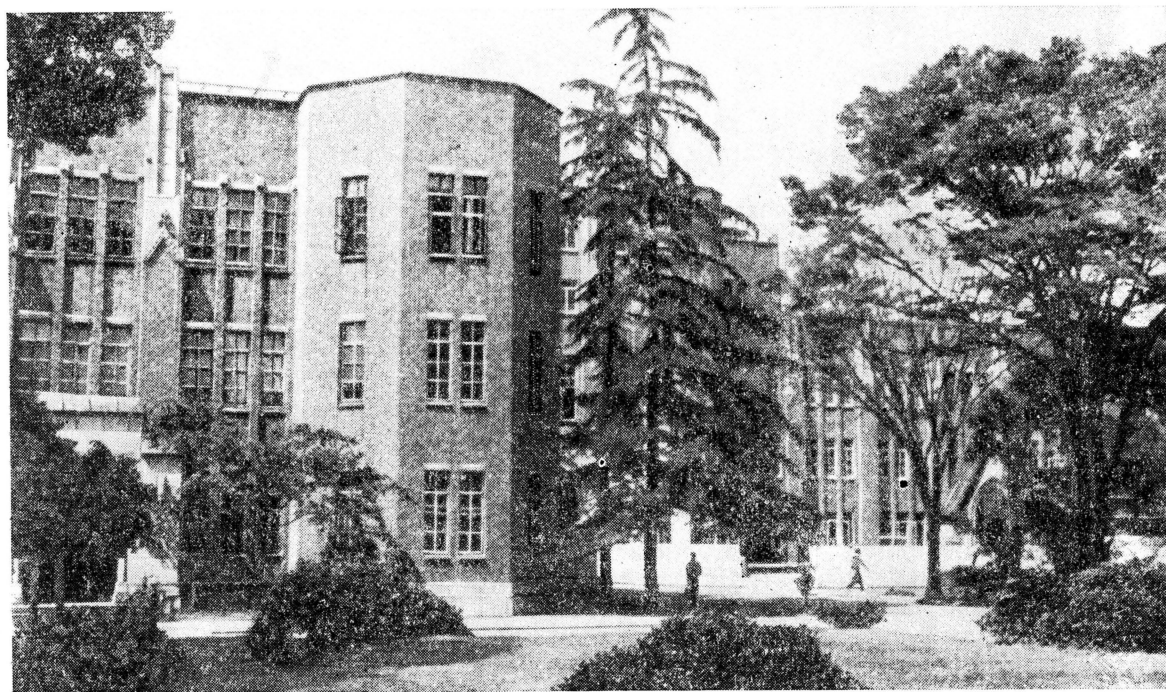


Рис. 1. Корпуса Токийского университета

дении конгресса, за исключением неизбежной, к сожалению, громоздкости его структуры и... погоды. Устроителям конгресса пришлось созвать его в самое неблагоприятное время года в Японии — наиболее жаркое и щедрое на дожди и тайфуны. Но в это время здесь мало иностранных туристов, что облегчило размещение тысяч приезжих, а в высших учебных заведениях — каникулы, что позволило отвести для заседаний конгресса Токийский университет. Впрочем, с погодой нам повезло. Хотя все три недели стояла банная — с огромной влажностью — жара, однако дождей почти не было, а тайфуны как бы сторонились Японии. Их проходило много где-то на юге, иногда они захватывали небольшие соседние острова, но на Японию (на районы Нагои и Токио) тайфун обрушился лишь через две недели после окончания конгресса. В Японии даже далекие тайфуны воспринимаются совершенно иначе, чем в Москве. О них ежедневно пишут в газетах, отмечают их путь, строят предположения о том, куда они устремятся. Когда мы приехали, писали о тайфуне № 14 (нумерация идет с начала года), когда уезжали — свирепствовал № 19. Просыпаясь утром, первым делом смотришь на небо: что-то много появилось рваных облаков, которых не было раньше, не тайфун ли это приближается? Сведущие люди советовали нам не жалеть, что мы не испытали тайфуна на себе...

Токийский университет, в котором проходили заседания, — это целый обширный городок в парке, довольно далеко от центра города; каждый факультет имеет одно — два здания. В большинстве это трех-четырёхэтажные красные кирпичные корпуса, построенные несколько «под готику», часто обвитые снизу доверху плющом (рис. 1). Новые корпуса выглядят более современно — много стекла, никаких украшений, которые в сейсмически активных зонах очень опасны: падая во время землетрясений, они могут убить и ранить выбегающих из зданий людей. Но и в старых, и в новых корпусах нет приспособлений для кондиционирования воздуха, этого спасительного средства во влажной токийской жаре. Между тем подобными установками оборудованы отели, хорошие магазины, кино, многие закусочные и даже некоторые интуристские автобусы.

Когда доклады сопровождались демонстрацией диапозитивов и на окнах опускали

черные шторы, в аудитории становилось непереносимо душно. Наши хозяева предусмотрительно раздавали присутствовавшим картонные японские веера, и тогда казалось, что аудитория превратилась в сборище гигантских бабочек: в полутьме всюду непрерывно взмахивали, взлетали, дрожали светлые крылья вееров.

Я не могу, конечно, дать общую характеристику работы конгресса, слишком уж была разнообразна его тематика. Скажу только, что показателен факт приезда очень большого количества участников. Очевидно, задачи, стоящие перед Тихоокеанскими конгрессами, интересуют самые широкие круги мировой научной общественности. Мое суждение о работе конгресса, основанное на личных впечатлениях и на рассказах моих товарищей, относится только к двум разделам — геологическому и геофизическому.

Говоря о геологических докладах, хотелось бы, прежде всего, отметить следующее: обращение значительного числа иностранных геологов (для советских это характерно уже давно) к широким обобщениям, касающимся обширных, геологически целостных территорий Притихоокеанья. Если еще недавно на подобные конференции в изобилии представлялись доклады по мелким, порой частным, вопросам, то в Токио таких докладов было уже сравнительно немного. Это позволяет думать, что не за горами крупные обобщения по геологическому устройству всего Тихого океана и обрамляющего его складчатого кольца. Советские ученые за последние годы предложили несколько таких обобщений, и было бы важно сравнить и сопоставить их с представлениями геологов других стран, в первую очередь США и Японии.

Следовало бы также отметить стремление довольно многих иностранных докладчиков анализировать геологические явления комплексно: с учетом данных по глубинным процессам, с использованием тектонических, петрологических, геофизических, геохимических материалов. Эти тенденции полностью соответствуют современному уровню и направлению развития наук о Земле (что у нас, в Советском Союзе, получило признание опять-таки на несколько лет раньше).

Интересно, далее, что многие американские, японские, австралийские геологи понимают соотношение Тихого океана с окружающими его материками хотя и существ-

венно по-разному, но сходно в том отношении, что они исключают гипотезы дрейфа континентов. Да и более «скромные» горизонталистские представления, например, о движениях по большим сдвигам, также не пользовались успехом на конгрессе. Трудно пока говорить определенно, но не означает ли это начало конца «модного» увлечения крупными горизонтальными перемещениями, якобы объясняющими все, что кажется в тектонике с первого взгляда непонятным?

Из более частных вопросов укажу на хорошую увязку подробных стратиграфических схем молодых отложений советского Дальнего Востока и Японии, основанную на использовании микропалеонтологических данных.

Говоря о геофизических проблемах, затронутых или рассмотренных на конгрессе (притом лишь о тех из них, которые касаются твердой оболочки Земли), хотелось бы отметить существенное продвижение в разработке плана исследований по проекту «Верхняя мантия». От согласованности международных научных мероприятий, намечаемых для освещения этой проблемы, во многом будет зависеть успешность их выполнения.

Большое внимание привлекли экспериментальные исследования, относящиеся к определению глубин формирования и последовательности выделения различных базальтовых магм. Эти данные, полученные австралийскими учеными, имеют важное значение для изучения развития структуры земной коры.

Очень интересны результаты сейсмических исследований дна Тихого океана, проведенных американцами на широких площадях. Они позволяют оценить мощность рыхлых осадков на дне океана (оказывающуюся повсеместно незначительной, — в несколько сот метров) и свидетельствуют против идей о перемещениях материков — ни в одном случае не было обнаружено нарушения практически горизонтального положения, в котором находятся эти осадки. Естественно, если бы материк смещались относительно друг друга, эти процессы неминуемо привели бы к деформации рыхлых толщ некоторых участков дна.

Много внимания было уделено изучению теплового потока, идущего из недр Земли. Интересны исследования японских ученых

по изысканию предвестников землетрясений.

Как и на других международных научных совещаниях, где мне пришлось побывать, заметную роль на Токийском конгрессе играла советская наука. Об этом говорили многие иностранные ученые. Показательно, что в день закрытия конгресса после выступления его президента профессора Томонага, когда слово было предоставлено всего четырем или пяти руководителям делегаций, в их числе был руководитель советской делегации академик А. А. Губер.

О ЯПОНИИ

Хотя две недели из трех, проведенных в Японии, мы прожили в одном городе, однако этого времени нам хватило лишь для общего знакомства с ним, настолько Токио велик и разнообразен. Известно, что Токио — самый большой город мира, число его жителей приближается к 10 миллионам, а с близкими пригородами недавно превысило 12 миллионов. Но то, что этот гигант в основном состоит из небольших, одно-двухэтажных домов в японском стиле (с крутыми крышами, с далеко выступающими навесами над каждым этажом), явилось для нас неожиданностью (рис. 2). Разумеется, в Токио есть и большие дома, даже целые кварталы десяти- и двенадцатиэтажных зданий, но сосредоточены они преимущественно в наиболее бойкой торговой части города Гинзе и заняты магазинами, банками, отелями (рис. 3). Живут, главным образом, в небольших домах, около которых нередко увидишь японский садик — несколько невысоких деревьев, крохотный бассейн, разбросанные здесь и там крупные каменные глыбы.

Подобная планировка обусловлена высокой сейсмичностью. В памяти токийцев еще достаточно свежи страшные последствия землетрясения 1 сентября 1923 г., когда Токио был разрушен сильным подземным ударом, а возникший затем пожар практически уничтожил весь город. И хотя вопрос о городской земле в малоземельной Японии обстоит гораздо острее, чем в большинстве других стран, на строительство небоскребов японцы не идут ни в Токио, ни в других (весьма многочисленных) крупных городах.



Рис. 2. В жилом квартале Токио

Архитектура больших домов в Токио вполне современная, очень много стекла. Несмотря на жаркий климат, в них не душно и не жарко — действуют установки кондиционированного воздуха. Стены таких до-

мов очень удобны для размещения реклам, размеры которых часто сравнимы с величиной самого дома, а их выразительность и броскость превосходит все, что мне случалось видеть в других зарубежных поездках. Особенно это относится к ночным рекламам, создающим в своей массе необозримое море ярких, разноцветных и бесконечно меняющихся огней.

К Всемирной спортивной Олимпиаде 1964 г., проходившей в Токио, было сооружено несколько очень интересных зданий, например: самый высокий дом в Токио — семнадцатипятиэтажный отель Нью-Отани, построенный в

виде трехлопастного самолетного винта, или своеобразной формы спортивный комплекс для баскетбольных и волейбольных встреч (рис. 4).

Даже при беглом знакомстве с Токио



Рис. 3. Одна из улиц района Гинзы в Токио, где расположены крупные магазины, конторы, банки

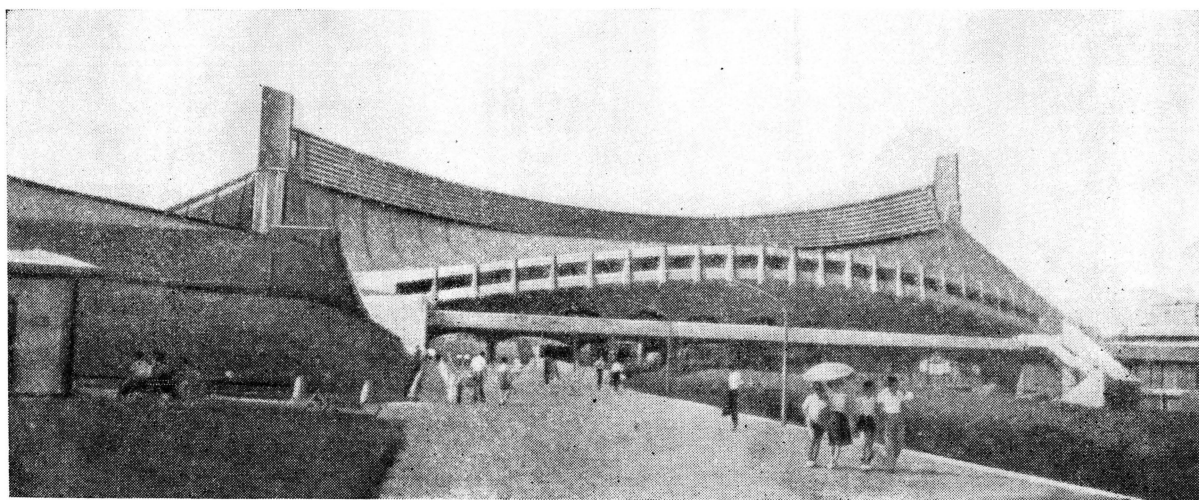


Рис. 4. Здание для игры в баскетбол и волейбол, построенное к Олимпиаде 1964 г.

убеждаешься в совершенстве и высоте уровня японской техники. Это видно и по архитектуре нового строительства, разнообразной, с хорошо продуманным внутренним устройством помещений (например, в отелях). В магазинах — десятки марок телевизоров, транзисторных приемников, фотоаппаратов, магнитофонов и т. д. Телевидение прочно вошло в японский быт. За последние годы населению продано 20 миллионов телевизоров; телевизор имеет почти каждая семья. В Токио передачи идут по восьми или десяти программам, кроме того, есть цветное телевидение.

Крупных успехов добилась Япония в автомобилестроении. В 1966 г. она вышла по производству автомашин на третье место в мире, выпустив 2 миллиона 300 тысяч автомобилей. По производству мотоциклов и тоннажу спускаемых на воду судов Япония занимает первое место в мире.

Движение на токийских улицах чрезвычайно напряженное: автомобильное, автобусное, трамвайное; троллейбусные линии вынесены ближе к окраинам. Подавляющее большинство несущихся по улицам машин — японского производства. Несмотря на обилие машин и многолюдность, ездят в Токио быстро, быстрее, чем в Москве; порой становится страшно, когда видишь, с какой лихостью устремляется вперед отпущенный от светофора автомобильный поток. В значительной мере дело здесь в дисциплиниро-

ванности токийцев — при красном свете светофора они не выходят на проезжую часть улицы, даже если она совершенно пуста. Впрочем, по числу жертв в результате автомобильных катастроф на улицах и шоссе Япония занимает первое место в мире.

В Токио разветвленная сеть метро, обслуживающего преимущественно центральные части города; метро неглубокое, с очень простыми, но удобно устроенными вестибюлями станций и подземными переходами. Удаленные части города связаны с центром электричкой. Для разгрузки улиц во многих местах сооружены эстакады, тянущиеся на расстояние до нескольких километров.

В Токио много интересных музеев. Большое впечатление производит аквариум, расположенный в четырехэтажном здании. Здесь в просторных стеклянных бассейнах привольно живут тысячи всевозможных рыб, экзотических и местных, морских и пресноводных, такой прихотливой и яркой раскраски, что могли бы поспорить с ночными рекламами Гинзы. Наши биологи говорили, что в аквариуме они впервые увидели некоторых рыб, которых раньше знали лишь по спиртовым препаратам или чучелам. Прекрасно продумана и отлично выполнена экспозиция сравнительно небольшого естественного исторического музея. Рядом с его зданием под открытым небом выставлен скелет кита (рис. 5). В обширном зоопарке большое разнообразие зверей и птиц. Впер-

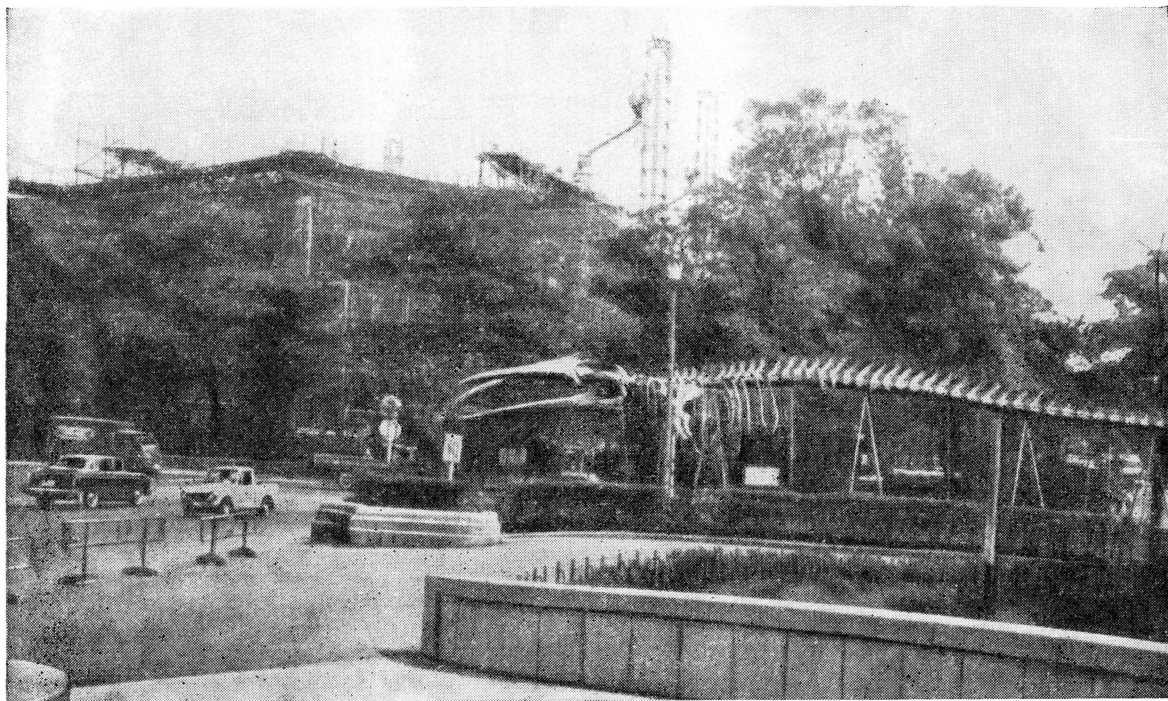


Рис. 5. Скелет кита у здания естественноисторического музея в Токио

вые я увидел здесь гориллу (увы, она спала, забившись в угол, и не произвела впечатления). В бассейнах у пингвинов — их несколько разновидностей, в том числе несколько крупных королевских пингвинов, — ледяная вода. В некоторых клетках кондиционированный воздух; эти клетки почти донизу завешены пологими, под которые надо нырять, чтобы посмотреть животных.

Среди многочисленных посетителей музеев преобладает молодежь. В Японии очень много учащихся, хотя последние три класса средней школы (обучение двенадцатилетнее) и пребывание в высшем учебном заведении платные и стоят довольно дорого. Широко практикуется бесплатное обучение без отрыва от производства на курсах при предприятиях, заинтересованных в повышении квалификации своих сотрудников.

В Японии издается большое количество книг, журналов, газет как дешевых, так и дорогих; эти последние изданы прекрасно, с великолепными иллюстрациями, на хорошей бумаге. Подавляющее большинство всей печатной продукции — на японском языке.

На английском языке печатается лишь небольшая их часть — в противоположность распространенному у нас мнению английским языком в Японии владеют, в общем, немногие.

Очень большое впечатление производят деловитость, сосредоточенность, огромное трудолюбие, аккуратность японцев. Именно благодаря этим качествам своего народа, Япония смогла так быстро восстановить довоенный уровень производства и во многом превысить его, обогнав в ряде современных отраслей техники самые развитые капиталистические страны.

Поездка по стране укрепила представления, сложившиеся в Токио. Я ездил по острову Хонсю (в Японские Альпы), а перед этим мы все побывали в курортном городке Камакуре, к юго-западу от Токио, на побережье Тихого океана. Этот городок славится своими морскими купаниями, бронзовой статуей Будды и храмами. Двенадцатиметровый Будда сооружен в XIII веке (рис. 6). С тех пор он выдержал много испытаний. В XV веке огромная приливная волна смы-

ла деревянный павильон, в котором находилась статуя; во время землетрясения 1923 г. был распатан фундамент, на котором стоит статуя; ныне он надежно укреплен.

Храмы вблизи Камакуры посещают тысячи туристов. Особенно много среди них японской молодежи (рис. 7). Не надо думать, что эти люди одеты в форму — белые блузки или рубашки, темные юбки или брюки; это просто наиболее употребляемый японцами вид одежды, придающий очень своеобразный облик японской толпе. Ее однообразие резко контрастирует с красочностью и разнообразием реклам.

Изрезанность береговой линии вблизи Камакуры создает прекрасные условия для занятий всеми видами водного спорта. Здесь же расположена морская биологическая станция Токийского университета.

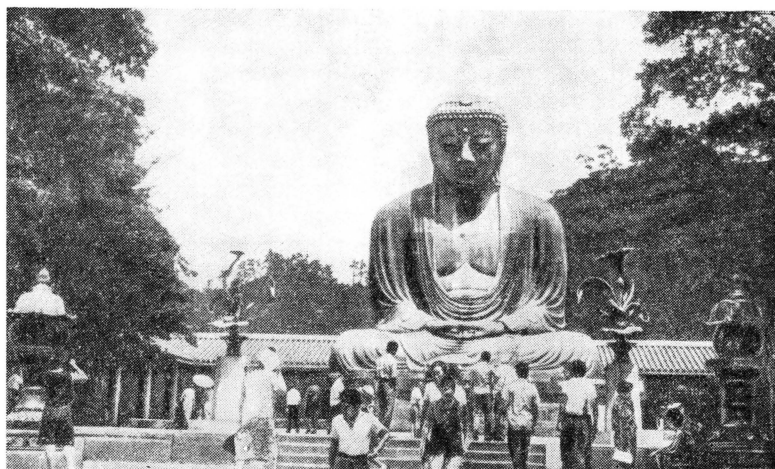


Рис. 6. Бронзовый Будда в городе Камакуре

Поездка в Японские Альпы и на равнины префектуры Тоямы по побережью Японского моря была очень интересна. Она позволила еще и еще раз убедиться в замечательных качествах японского народа — его трудолюбии, дисциплинированности, умении

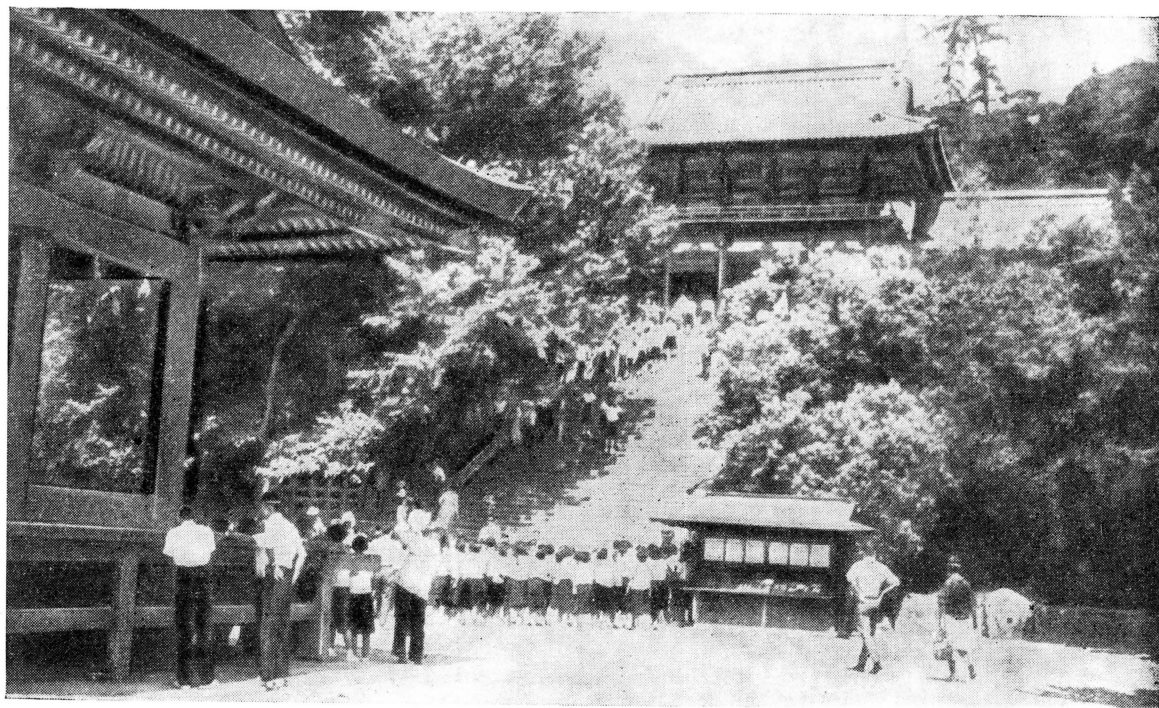


Рис. 7. В воскресный день в одном из храмов Камакуры

полностью использовать те возможности, которые предоставляет далеко не щедрая на дары японская природа. Мы видели и сеть первоклассных шоссе, проведенных через горы; и высокогорную гидроэлектростанцию Куройон, сооруженную в глубоком неприступном ущелье реки Куробе (станцию и все подъездные пути к ней пришлось устроить под землей, в скалы); побывали на руднике и металлургическом заводе Камиока, где наблюдали, с каким совершенством происходит извлечение всех содержащихся в руде (довольно многочисленных) полезных компонентов.

Сильнейшее впечатление производят возделанные поля. Любое из них, будь то посев риса, виноградник или огород, просится на выставку. И хотя в основе всего этого ле-

жит изнурительный, нередко ручной труд под палящим солнцем, это несколько не уменьшает чувства уважения к людям, способным так обрабатывать землю, так ухаживать за ней. Скорее — наоборот. Особенно артистично, прямо-таки филигранно возделаны рисовые поля; рис — главная культура Тоямских равнин.

Когда я думаю, что же произвело на меня в Японии наиболее сильное впечатление, у меня не возникает сомнений. Это — ее народ, работающий, вежливый, аккуратный, тающий в себе — как мы это видим по замечательным результатам его труда в самых различных отраслях промышленности, техники, науки — огромные творческие возможности.

Фото автора



КЛИМАТ ПЛАНЕТЫ В ДАЛЕКОМ БУДУЩЕМ И В БЛИЖАЙШУЮ ТЫСЯЧУ ЛЕТ

Сотрудник Флоридского университета д-р Ч. Эмелиани выполнил изотопный, химический и микропалеонтологический анализ ископаемых организмов, поднятых в колонках грунта из различных районов Карибского моря и экваториальной Атлантики. На основе этого он высказал предположение, что в ближайшие несколько тысяч лет начнется новый ледниковый период, а максимум оледенения наступит примерно через 15 000 лет. Ученый считает, что периоды потепления и похолодания сменяют друг друга, в среднем, каждые 50 000 лет, причем колебания температуры составляют около 8°C.

Но как будет меняться климат в ближайшую тысячу лет?

Ответ на поставленный вопрос пытается дать сотрудник Океанографического управления ВМФ США М. Слессерс. На основе анализа советских и шведских данных он пришел к выводу, что происходящее сейчас общее потепление климата будет продолжаться примерно до 2400—2500 гг.,

после чего должно наступить похолодание. Свое мнение он подкрепляет ссылкой на сходный процесс, который уже происходил на Земле. По мнению специалистов, до 6—7 века н. э. наблюдалось потепление, а затем началось похолодание, наиболее сильное около 1433 г.

М. Слессерс использует советские данные о потеплении, с которым связано снижение уровня Каспийского моря. Поселения, существовавшие на побережье в 6 веке, в средние века были затоплены, а теперь их развалины в ряде мест снова показались из воды; рыболовецкие поселки за полвека на 50—55 км «отступили» от берега. Это увязывается с данными шведских океанографов о ледовой обстановке в Атлантике, в Средиземном море, в Балтийском море, а также не противоречит гипотезе о существовании 900-летнего климатического цикла. «Science News», 90, 1966, 22, 309.

СКОРОСТЬ ПРИЛИВНОГО ТЕЧЕНИЯ ПОДО ЛЬДОМ

При проектировании и строительстве приливных электростанций в морях умеренных и высоких широт необходимо знать, как

изменяется с глубиной скорость приливного течения зимой, когда поверхность моря покрыта льдом.

Эту задачу еще в 1926 г. георетическим путем решил известный геофизик Х. Свердруп. Ему пришлось ввести упрощающие предположения и поэтому он получил лишь приближенное представление об изменении скорости приливного потока по вертикали. Оказалось, что теория Свердрупа расходитсЯ с некоторыми результатами прямых измерений скоростей, выполненных уже в послевоенные годы.

Недавно Б. А. Кагану удалось заново решить ту же задачу для практически важного случая небольшой глубины моря, когда подледный и придонный слои воды смыкаются и вся толща моря бывает охвачена турбулентным перемешиванием. Ценность этого решения в том, что полученное выражение позволяет рассчитывать скорости приливного течения в море подо льдом на разных глубинах, используя при этом только известные или легко определяемые величины (широта места, глубина моря, коэффициенты шероховатости морского дна и нижней поверхности льда и др.)

Известия АН СССР, серия «Физика атмосферы и океана», 3, 1, 1966.

НА ФИЛОСОФСКИХ РУБЕЖАХ АСТРОНОМИИ

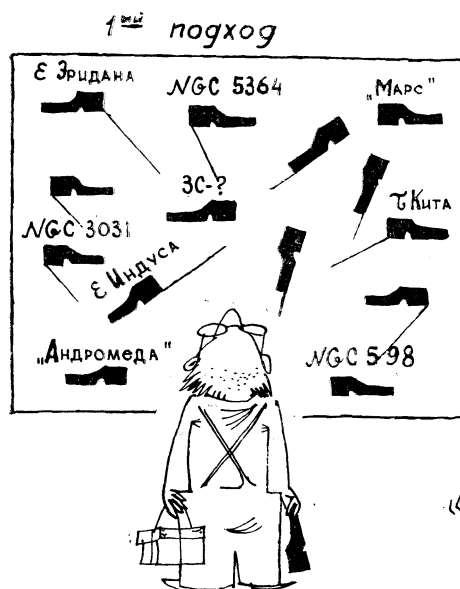
В конце октября 1966 г. в Москве состоялся международный симпозиум «Диалектика и современное естествознание», организованный Научным советом по философским вопросам естествознания при Президиуме АН СССР. На симпозиум собрались философы, физики, математики, астрономы, кибернетики Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, СССР, Чехословакии и Югославии — всего около 300 человек. Мы расскажем лишь о философских вопросах астрономии, дискутировавшихся на симпозиуме. Им были посвящены два специальных доклада и ряд выступлений.

В тезисах доклада академика В. А. Амбарцумяна «Принцип развития в астрономии» отмечалось, что идея развития в астрономии и астрофизике применяется сейчас двояким образом. При «модельном» подходе все физические закономерности предполагаются так хорошо изученными, что позволяют математически построить модель и восстановить «биографию» любого объекта. Девизом этого подхода могла бы служить фраза: «Сов-

ременная физика универсальна!». При этом имеется в виду обычно лабораторная, «земная» физика.

Другой метод современной астрономии отличается от «модельного» более полным учетом специфики явлений мегамира, а также более «подозрительным» отношением к природе. «Природа многолика и не укладывается полностью в уже открытые закономерности!» — девиз этого направления. Законы физики считаются только приближенным отражением законов объективной реальности, а основное внимание уделяется поискам каких-то принципиально новых фактических данных. И хотя модели здесь тоже широко используются, строят их уже по-другому: путем обобщения возможно большего фактического материала. Особо богатую эволюционную информацию дает изучение методами радиоастрономии объектов, у которых наблюдаются нестационарные, неустойчивые процессы.

«Модельный» метод применяется многими исследователями. Но В. А. Амбарцумян считает, что в эвристическом плане результаты,



достигнутые с помощью этого метода, невелики, так как здесь невозможно предсказать качественно новые явления. Второй подход, по мнению В. А. Амбарцумяна, гораздо продуктивнее. Именно он привел к предсказанию и открытию многих новых процессов и объектов (процессы в радиогалактиках, звездные ассоциации и т. д.).

В докладе академика АН ЭССР Г. И. Наана и кандидата философских наук В. В. Казютинского «Фундаментальные проблемы современной астрономии» подчеркивается необычность положения, сложившегося в современной астрономии в связи с открытием галактик с взрывными процессами в ядрах, квазаров, реликтового излучения и т. д. В такой «проблемной ситуации» неизбежны известная каляйдоскопичность идей, появление множества конкурирующих теорий и гипотез. Корни этой «драмы идей» — в глубоких различиях методологических установок, из которых исходят противостоящие друг другу гипотезы, теории, и, в конце концов, в различном понимании единства, неисчерпаемости, развития материального мира.

Решение некоторых из основных проблем современной астрономии (и прежде всего проблем космогонии и космологии) может потребовать пересмотра ряда основных представлений физики.

Наблюдающийся переход к более углубленной картине мира связан с поисками нового научного языка, более адекватного объективной реальности, т. е. создание более совершенного математического аппарата, создание единой физической теории для явлений микро- и мегамира, формулировка новых фундаментальных физических представлений и понятий. В докладе подвергаются анализу такие понятия, как «Вселенная», «существование», «развитие», «пространство-время».

Физическую реальность принято считать строго разделенной на пространственно-временной «каркас» и субстанциальную «начинку». Общая теория относительности (ОТО) показала, что по крайней мере некоторые (метрические) свойства «каркаса» и некоторые (гравитационные) свойства «начинки» неразрывно связаны. Существует тенденция ко все более тесной связи «каркаса» и «начинки». Г. И. Наан и В. В. Казютинский отметили, что наряду с явлениями, для которых физическая реальность может «расщепляться» на субстанцию, пространство и время или хотя бы на субстанцию и пространство-время,



не исключены ситуации, при которых бессмысленно говорить о таком «расщеплении», т. е. бессмысленно делить физическую реальность на «каркас» и «начинку».

Большое внимание в докладе было уделено топологическим* свойствам физической реальности. Одним из важнейших постулатов, всегда применявшихся при построении физической картины мира, был постулат непрерывности (неразрывности) мирового «каркаса». Однако этот постулат может иметь ограниченную применимость, пространство может оказаться многосвязным. В результате каких-то грандиозных катастрофических процессов (например, подобных наблюдаемым в квазарах) физическая реальность с одной «топологией» может (в принципе) превращаться в физическую реальность с другой «топологией».

В докладе рассмотрены некоторые гипотетические миры (например, антимир), возможность существования которых вытекает из теоретикогрупповых основ современной релятивистской физики. В будущем либо некоторые из этих объектов удастся обнаружить экспериментально, либо будут открыты новые физические законы сохранения, запрещающие их существование.

* Топология изучает основные геометрические отношения, не изменяющиеся при любых деформациях тел, которые не нарушают их связность. С точки зрения топологии нет разницы между кубом и шаром — один переходит в другой «плавной», непрерывной деформацией. Топология тора (поверхность бублика) иная, его не получишь непрерывной деформацией шара или куба.

Мы остановились лишь на некоторых проблемах, затронутых в докладе Г. И. Наана и В. В. Казютинского.

В дискуссии по астрономическим вопросам значительное внимание было уделено общим космологическим проблемам.

Профессор М. Ф. Широков поднял такой вопрос: чем объяснить с общеполитической и физической точек зрения затруднения, которые возникают в Общей теории относительности в связи с проблемой энергии и импульса гравитационного поля? Движение планет вокруг Солнца в механике Ньютона объяснялось действием определенных сил. В Общей теории относительности рассматривается движение планет по инерции в искривленном пространстве-времени. Криволинейное движение планеты — только следствие изменения свойств пространства-времени, а не следствие действия силы. Согласно М. Ф. Широкову, «гравитационное поле, в отличие от других полей, является не материей, а чистой геометрией, т. е. формой существования материи». Материя же никак не может превращаться в свою форму — пространство-время, и переход вещества (материального) в гравитационные волны (нематериальное) невозможен.

Противоположную точку зрения отстаивал в своем выступлении профессор Д. Д. Иваненко, который предлагал материю и гравитационное поле связывать «теснее, чем это делал Эйнштейн». Д. Д. Иваненко считает, что «обычная» материя и гравитационное поле взаимопревращаемы. При этом речь идет о превращении материи не просто в пространство, а в кривизну пространства (и обратно). В своем выступлении Д. Д. Иваненко рассматривал также связь космологии с физикой микромира и проблему необратимости времени. Он отметил, что топологические «неожиданности» могут подстерегать не только в космологическом масштабе, но и в микроявлениях.

Профессор А. З. Петров, выступая в дискуссии, выделил такие возможные аспекты на природу пространства-времени.

1. Пространство-время — арена, на которой действуют основные «физические герои» — поля, элементарные частицы и т. д. Это не противоречит идеям Общей теории относительности.

2. Все поля «работают» на арене пространства-времени, но одно поле — гравитационное — отождествляется с пространством-вре-

менем. Таков подход самого Эйнштейна в классической теории гравитации.

3. В мире нет физических объектов, а существует только геометрия. К ней можно свести электромагнитное, мезонное поля и т. д. Эту точку зрения отстаивает, например, известный американский космолог Дж. Уилер в работах по так называемой «геометродинамике». А. З. Петров полагает, что выбор подхода и его обоснование — вопрос методологический.

В выступлении старшего научного сотрудника ГАИШ А. Л. Зельманова была затронута проблема субъекта и объекта в астрономии и космологии. Положение человека на структурно-масштабной лестнице придает известную специфику тому, как он изучает окружающий мир. Субъект — познающий окружающее человек — находится на границе «царств» гравитационного и негравитационного взаимодействий, и этим определяется граница между областью физического эксперимента и областью астрономических наблюдений. Проблема субъекта и объекта должна ставиться по-разному на различных ступенях структурно-масштабной лестницы. А. Л. Зельманов проанализировал некоторые особенности этой проблемы для космических явлений, где сама возможность существования субъектов, исследующих Вселенную, определяется свойствами изучаемого объекта. Как известно, мы живем в расширяющейся Вселенной. Вряд ли смогли бы мы существовать в области завершения процесса сжатия Вселенной. «Мы являемся свидетелями определенного типа процессов потому, что процессы другого типа протекают без свидетелей». И здесь к проблеме субъекта-объекта примыкает вопрос о границах допустимых экстраполяций. Например, можем ли мы по каким-либо косвенным признакам судить о поздних этапах сжатия Вселенной? Насколько достоверны могут быть наши соответствующие теории? Все это далеко не праздные вопросы. Далее А. Л. Зельманов рассмотрел, чем отличаются объекты разных ступеней структурно-масштабной лестницы. Свойства объектов высших ступеней этой лестницы (например, звезд и галактик) существенно связаны с процессом их развития. Иначе обстоит дело в микромире. «Путь развития может определить: быть ли атому данного типа или нет. Но если этот путь «решил», чтобы данному атому быть, то свойства последнего от самого пути не зависят».

А. Л. Зельманов остановился также на границах применимости таких фундаментальных понятий, как единая физическая система и состояние в данный момент времени. Ко Вселенной как целому и даже к достаточно большим ее областям или достаточно протяженным нестационарным объектам мы не можем применять понятие единой «физической системы» в силу конечной скорости распространения всех взаимодействий. Существует также ограничение применимости понятия «состояния системы», которое вытекает из неопределенности одновременности во вращающихся системах. Как известно, в каждой инерциальной или невращающейся неинерциальной системе существует единая однозначная одновременность (для каждой системы — своя). Однако этого нельзя сказать о вращающихся системах: в одной и той же системе нет единой однозначной одновременности. Эта принципиальная неопределенность одновременности зависит от размеров вращающейся системы и от угловой скорости вращения. Для Земли неопределенность одновременности

составляет $2 \cdot 10^{-7}$ секунды, для Солнца — 10^{-4} секунды, для наблюдаемой части Металлактики (если она вращается даже с такой скромной скоростью, как один оборот за сотни миллиардов лет) она достигает десятков миллиардов лет. Так как состояние системы в данный момент времени теряет свою однозначность, то теряет свой привычный смысл понятие развития системы, ибо развитие есть смена состояний во времени.

Большой интерес вызвали выступления доктора физико-математических наук Г. М. Идлиса, рассмотревшего математическую модель иерархии материальных систем, академика Л. Яноши (Венгрия) о его интерпретации принципа Лоренца, академика В. А. Фока о нелогичности гипотез существования эфира и др. На симпозиуме выявился целый круг проблем, возникших в современной астрономии и космологии, которые требуют своего тщательного философского анализа.

А. Э. ВОСКОВОЙНИКОВ

Проблемы релятивистской астрофизики

Новая теория тяготения была создана А. Эйнштейном на основе всего лишь нескольких гениально выбранных экспериментальных фактов. Потребовались специальные очень тонкие астрономические наблюдения, чтобы обнаружить предсказанные теорией эффекты и подтвердить правильность этой теории. Для всех известных до недавнего времени небесных тел и систем эффекты теории Эйнштейна столь малы, что не оказывают ни малейшего влияния на строение и эволюцию этих объектов.

Между тем Общая теория относительности Эйнштейна (ОТО), или релятивистская теория (другие названия новой теории тяготения), произвела революцию в наших представлениях о пространстве, времени и тяготении. Но оставался гигантский разрыв между мощью теории и малостью областей ее

конкретного приложения. Теоретические работы с использованием ОТО (исключая космологию) носили слишком абстрактный характер. Единственными конкретными астрономическими применениями ОТО оказались наблюдения знаменитых трех малых эффектов ОТО — смещения перигелия орбиты Меркурия, искривления лучей в поле тяготения Солнца, изменения частоты света в поле тяготения.

Недавние открытия, и прежде всего открытия квазаров, в корне изменили ситуацию. Вскоре после обнаружения квазаров был созван в Техасе первый симпозиум по релятивистской астрофизике. Он работал в Далласе в конце 1963 г. и был посвящен квазарам (обобщение наблюдательных данных и первые теоретические модели). В то время предполагали, что квазары — исклю-

чительно массивные, сравнительно малые по размеру объекты, в мощных гравитационных полях которых должны проявляться эффекты общей теории относительности.

На протяжении последних лет проблема квазаров неизменно стояла в центре внимания астрофизиков. Но, несмотря на усилия наблюдателей и теоретиков, до сих пор по существу неизвестна физическая природа квазаров.

В 1965 г. было сделано еще одно выдающееся открытие — впервые наблюдали так называемое реликтовое равновесное излучение с температурой 3°K , заполняющее все окружающее нас пространство. Энергия этого электромагнитного излучения в 100 раз превосходит энергию излучения звезд, квазаров, радиогалактик, т. е. всех источников энергии во Вселенной. Тот факт, что реликтовое излучение до последнего времени не было открыто, объясняется исключительной трудностью наблюдений на длинах волн миллиметрового и сантиметрового диапазона, соответствующих длинам волн реликтового излучения. Существование этого излучения доказывает, что на ранних этапах наблюдаемого сейчас расширения Метагалактики (еще до возникновения галактик и звезд) ее вещество было чрезвычайно горячим. Это открытие стимулировало постановку ряда задач релятивистской астрофизики, связанных с рассмотрением физических процессов на ранних этапах космологического расширения, с проблемой возникновения из однородного первоначального вещества галактик, квазаров и других объектов.

Много других нерешенных проблем стоит перед астрономами и физиками (проблема происхождения космических лучей, вопросы рентгеновской, нейтринной и γ -астрономии). Им был посвящен очередной «Техасский симпозиум по релятивистской астрофизике» (после 1963 г. симпозиумы проводились ежегодно), проходивший на этот раз в Нью-Йорке с 23 по 27 января 1967 г. В отеле «Нью-Йоркер» собралось более 600 участников симпозиума из многих стран мира. В делегацию советских ученых входили: В. Л. Гинзбург, И. С. Шкловский, Я. П. Терлецкий, В. В. Комаров и автор этих строк.

Участники симпозиума заслушали около 50 докладов по наиболее актуальным вопросам современной астрофизики. Выступления советских ученых были посвящены работам по релятивистской астрофизике, проводив-

шимся в нашей стране, и были встречены с большим интересом. В небольшой заметке невозможно достаточно полно осветить многообразные проблемы, обсуждавшиеся на симпозиуме. Мы остановимся лишь на некоторых исследованиях, выполненных зарубежными специалистами, поскольку о работах советских ученых уже сообщалось на страницах журнала «Земля и Вселенная» *.

Особое внимание симпозиум уделил важной и сложной проблеме квазаров. В настоящее время известно около 150 квазаров и почти у 100 из них определено красное смещение линий в спектрах (z) **. Английский астрофизик Г. Бербидж, работающий в Америке, обратил внимание на следующий факт. У пяти (или может быть даже шести, один случай спорный) квазаров с красным смещением, определенным по линиям излучения, большим 1,95, в спектре имеются линии поглощения. И хотя у этих квазаров, расположенных в разных участках неба, величины красного смещения, полученные по линиям излучения, различны (от 1,95 до 2,2), красное смещение, найденное по линиям поглощения, одинаково и равно 1,95.

Пока еще трудно с определенностью говорить о реальности этой особенности, следует подождать дальнейших наблюдений. Бербидж в своем выступлении отметил, что если квазары — далекие объекты и красное смещение в их спектрах вызвано огромными скоростями удаления от нас вследствие космологического расширения Метагалактики, то поглощение может быть обусловлено межгалактическими облаками газа. Такие облака возникли на короткое время в прошлом, когда средняя плотность вещества Вселенной была примерно в 25 раз больше современной. Линии поглощения, появляющиеся в спектрах квазаров при прохождении света через эти облака, будут иметь красное смещение, как раз равное 1,95.

Некоторые ученые (в том числе и Бербидж) полагают, что квазары, может быть, не столь далекие объекты, как обычно считают, и не удаляются от нас с огромными скоростями. Тогда их красное смещение надо

* См. «Земля и Вселенная», № 3, 1966 г., стр. 3; № 5, 1966 г., стр. 75; № 1, 1967 г., стр. 39; № 3, 1967 г., стр. 83.

** $Z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$, где λ — наблюдаемая длина волны спектральной линии, λ_0 — длина волны той же линии в лабораторных условиях.

объяснять покраснением света при выходе из сильного поля тяготения (согласно ОТО). При этом вблизи поверхности квазара должны быть огромные поля тяготения.

Английский астрофизик Ф. Хойл и американский астрофизик У. Фаулер предложили конкретную модель квазара. В ней большие красные смещения обусловлены сильным гравитационным полем и никак не связаны с космологическим расширением. Согласно этой модели, квазар — скопление нейтронных или сколлапсировавших (т. е. катастрофически сжавшихся) звезд. Масса скопления 10^{12} — 10^{13} масс Солнца, радиус 10^{18} — 10^{19} см. По мнению Хойла и Фаулера, в центре скопления имеется газовое облако размером 10^{16} — 10^{17} см. Яркие линии, наблюдаемые в спектре квазаров, излучаются этим облаком. Скопление звезд практически полностью прозрачно для света. Гравитационный потенциал в центре скопления весьма велик, чем и объясняются большие величины красного смещения, полученные по линиям излучения. Линии поглощения возникают в облаках газа более холодных, чем центральное облако. Эти облака находятся ближе к поверхности скопления. Там потенциал поля тяготения и соответственно величины красного смещения меньше. Эта модель пока еще мало разработана. Против нее можно выдвинуть много возражений. Природа квазаров по-прежнему неясная, и здесь необходимы дальнейшие теоретические поиски и развитие наблюдений.

Очень важны для космологии наблюдения реликтового излучения, которое, как оказалось, имеет одинаковую интенсивность по разным направлениям с точностью по крайней мере до 10%. Результаты измерения интенсивности этого излучения на разных длинах волн даны в таблице (в качестве характеристики интенсивности приведена температура излучения на данной длине волны λ).

λ , см	21,1	20,7	7,35	3,2	1,5
T , °K	$3,2 \pm 1$	$2,8 \pm 0,6$	$3,3 \pm 1$	$3 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,7$

Из таблицы видно, что в пределах точности измерений температура одинакова на всех длинах волн и равна примерно 3° К. Это означает, что наблюдаемое излучение действительно равновесное (у неравновесного из-

лучения температура на разных длинах волн разная).

Интерес вызвало сообщение американского физика Р. Дики об измерении им сплюснутости Солнца ($\Delta r/r$). Он нашел, что сплюснутость составляет $5 \cdot 10^{-5}$.

По мнению Дики, это свидетельствует о наличии у Солнца большого квадрупольного момента. Если это действительно так, то квадрупольный момент должен вызывать дополнительный поворот перигелия орбиты Меркурия (помимо поворота, обусловленного влиянием других планет и отличием поля тяготения от ньютоновского согласно ОТО). Этот добавочный поворот не наблюдается. Дики считает, что он компенсируется влиянием так называемого скалярного поля, которое должно существовать по теории тяготения, развиваемой самим Дики. Скалярная теория тяготения Дики не имеет каких-либо экспериментальных или убедительных теоретических обоснований. Проведенные Дики наблюдения являются попыткой дать аргументы в пользу его теории. Однако, как было подчеркнуто в дискуссии на симпозиуме, измерения Дики отражают только форму поверхности Солнца. При этом условии нет никакого противоречия теории и наблюдений поворота перигелия орбиты Меркурия. Нет, следовательно, и аргументов в пользу скалярной теории. Для проверки этой теории нужны более точные, чем имеются сейчас, наблюдения искривления лучей света, проходящих вблизи Солнца.

Новые результаты получены рентгеновской астрономией. Сейчас известны десятки источников космического рентгеновского излучения. Большинство их находится в Млечном Пути. Из статистического анализа распределения источников по небу следует, что полное их число в нашей Галактике близко к 1000. Светимость Галактики в рентгеновской области составляет $6 \cdot 10^{39}$ эрг/сек, т. е. на порядок больше ее радиосветимости.

Большой интерес вызвало сообщение американского исследователя Р. Джиакони, а также известного американского астронома А. Сендиджа об отождествлении источника рентгеновского излучения в Лебеде Cyg XR-2 с оптическим объектом 16-й звездной величины. Его цвет близок к цвету оптического объекта, отождествляемого с источником в Скорпионе Sco XR-1*. По-видимому, это

* См. «Земля и Вселенная», № 2, 1967 г., стр. 71.

также бывшая новая звезда, как и объект в Скорпионе. Источник рентгеновского излучения в Лебедь ранее исследовала группа американского физика Г. Фридмана, который пришел к выводу, что источником рентгеновского излучения является радиогалактика Лебедь А. Этот результат новыми наблюдениями не подтвердился.

Наиболее важные данные, касающиеся космических лучей, связаны с определением потока сверхтяжелых ядер (с зарядом больше 30). Этот поток так мал, что до последнего времени было зарегистрировано лишь несколько таких ядер. Например, Л. В. Курносова, Л. А. Разоренов и М. И. Фрадкин с помощью аппаратуры, установленной на спутниках, зарегистрировали лишь два сверхтяжелых ядра. По мнению советских исследователей, соотношение потоков сверхтяжелых и тяжелых ядер (с зарядом больше 20) составляет $(1-3) \cdot 10^{-4}$. Примерно такое же соотношение потоков сверхтяжелых и тяжелых ядер имеется в среднем и на Земле и на других небесных телах, согласно данным Зюса и Ури.

Американские исследователи сообщили еще о двух новых определениях соотношения потоков сверхтяжелых и тяжелых ядер. Одно из них выполнено с помощью фотоэмульсий и привело к значению $2 \cdot 10^{-4}$. Такой результат получен путем подсчета числа «следов» тяжелых ядер в веществе метеоритов. Этот метод ранее не применялся.

На симпозиуме приводились также новые данные о величине отношения потока позитронов к суммарному потоку электронов и позитронов в первичных космических лучах. В интервале энергий от 1 до 5 *Бев* это отношение составляет $(0,08 \pm 0,04)$. Как известно, вторичная компонента образуется в результате распада π -мезонов, генерируемых космическими лучами в межзвездном пространстве. Для этой компоненты отношение потока позитронов к суммарному потоку позитронов и электронов больше 0,5, что на порядок превосходит ту же величину, полученную для первичных космических лучей вблизи Земли. Таким образом, в настоящее время вряд ли могут быть какие-либо сомнения в том, что основная часть электронной компоненты космических лучей, наблюдаемой у Земли, не является вторичной.

На Техасском симпозиуме 1967 г. встретились астрофизики, физики и математики с самой разной узкой специализацией — наблюдатели и теоретики. Все они работают над решением проблем одной из наиболее молодых ветвей науки — релятивистской астрофизики. Такие широкие встречи и обмен мнениями особенно важны для этой науки, ибо новые интересные открытия происходят в ней буквально каждый месяц.

И. Д. НОВИКОВ
кандидат физико-математических наук



Маленький астроном

БЕВЕРЛИ Т. ЛИНДС

Давным-давно на высокой горе, где стоял большой телескоп, жили-были три астронома — Большой, Средний и Маленький. Большой астроном знал почти все по теории звезд, Средний удивительно хорошо рассказывал о звездах, а Маленький — самый трудолюбивый — в свободные минуты больше слушал, чем говорил.

В ясные погожие вечера Маленький астроном предлагал коллегам понаблюдать на телескопе, но обычно у них находились более важные дела.

— Нет, — отказался однажды Большой астроном, — я должен написать заявление в Комитет шести, чтобы нам дали денег нанять лаборантов.

— Нет, — ответил и Средний астроном, — мне необходимо подготовиться к выступлению по телевидению.

И Маленький астроном отправился наблюдать сам и провел у телескопа всю ночь. На следующий день, когда Большой и Средний астрономы обедали, а Маленький завтракал, он спросил:

— Кто поможет мне обработать интересные данные, которые я получил этой ночью?

— Не я, — произнес Большой астроном, — сегодня мне нужно проинструктировать пятерых техников, которые будут работать на меня.

— Не я, — отказался и Средний астроном, — после выступления я должен быть на обеде у мэра.

— Хорошо, — сказал Маленький астроном, — тогда я их обработаю сам...

Так проходили день за днем, год за годом. На Большого астронома работало все больше и больше людей, а он получал все больше и больше денег за «свои» исследования.

(Продолжение на стр. 95)



Самаркандская обсерватория Улугбека

В. П. ЩЕГЛОВ
академик АН Узбекской ССР

В 1969 г. один из древнейших городов мира — Самарканд — будет широко отмечать свое 2 500-летие. В городе сохранилось большое число памятников материальной и духовной культуры, свидетельствующих о высоком уровне развития народов, населявших окружающую город территорию. Одним из редчайших астрономических памятников является Обсерватория Улугбека, постройка и деятельность которой относятся к первой половине XV столетия.

В 1665 г. в Оксфорде, одном из старейших очагов науки Англии, вышла в свет на латинском языке книга, называвшаяся «Tabulae longitudinis ac latitudinis Stellarum fixarum, ex observatione Ulugh Beighi» (Таблицы долгот и широт неподвижных звезд по наблюдениям Улугбека).

Книга эта, содержащая каталог около 1000 звезд в эклиптической системе координат, привлекла внимание европейских ученых, в распоряжении которых в то время было лишь ограниченное число звездных каталогов. Не меньший интерес вызвало и имя автора «Таблиц» — Улугбека. Впервые появилось оно на страницах европейской печати в 1648 г., когда в Лондоне были изданы географические таблицы Улугбека.

В середине XVII века оптические средства наблюдений быстро завоевывали признание в астрономии, но еще не применялись в

астрометрии, и оригинальные звездные каталоги, требовавшие большого и упорного труда, высоко ценились исследователями неба. Изучение «Таблиц» Улугбека показало, что они составлены в Самарканде в обсерватории, географическая широта которой, по определению автора «Таблиц», равна $39^{\circ}37'4''$, а долгота $99^{\circ}16'$. Эпоха, к которой отнесены координаты звезд, датируется 841 г. хиджры* (1437 г. н. э.). Таким образом, прошло более двух столетий прежде чем «Таблицы» стали известны в Европе.

Спустя 25 лет после Оксфордской публикации, данные «Таблиц» Улугбека находят место на страницах изданной в Гданьске

* Эра лунного календаря, начинающая счет годов с момента бегства Мухаммеда из Мекки в Медину. Это, по преданию, произошло в пятницу 16 июня 622 г. н. э.



Скульптурный портрет Улугбека (1394—1449 гг.): Реставрация по черепу известного скульптора-антрополога профессора М. М. Герасимова (1942 г.)

книги Яна Гевелия (1611—1687 гг.) «*Prodromus astronomiae*»*. Здесь они сопоставляются с данными других, имевшихся к тому времени каталогов: Птолемея, Тихо-Браге, Риччиоли, принца Гасса (Ландграфа Гессен-Кассельского, Вильгельма IV) и Гевелия.

В связи с включением в европейскую науку каталога Улугбека проявляется большой интерес к личности его автора и к Самаркандской обсерватории, где этот каталог был создан. Уже в упомянутой книге Гевелия содержатся две искусно выполненные гравюры (см. вклейку к странице 66), на которых мы находим единственные в мировой литературе изображения Улугбека. На первой из них Улугбек изображен в символическом сообществе пяти перечисленных нами астрономов, данные каталогов которых содержатся в книге Гевелия. Все они сидят за круглым столом, возглавляемые музой астроно-

мии Уранией. На этой аллегорической гравюре Улугбеку отведено первое место справа от Урании — дань уважения автора книги к самаркандскому астроному. На второй гравюре Улугбек изображен во весь рост среди одиннадцати астрономов разных времен и народов от Тимохариса (III век до н. э.) до Гевелия, возглавляемых также Уранией.

Надо заметить, что не только эти гравюры, но и все иллюстрации в книге Гевелия, в том числе изумительные по художественному выполнению 54 листа звездной карты, на каждом из которых изображено по одному созвездию, отпечатаны с медных клише, изготовленных собственноручно автором книги.

В какой мере изображение Улугбека Гевелием имеет портретное сходство — вопрос остается открытым до наших дней. Едва ли Гевелий имел какие-либо графические или описательные данные, относящиеся к знаменитому самаркандскому астроному. По-видимому, следует считать это изображение условным.

Насколько скудны были сведения о личности Улугбека, настолько же бедны они относительно Самаркандской обсерватории. Даже спустя полтора века в известной книге М. Delambre «*Histoire de l'astronomie du moyen âge*»* в главе, посвященной Улугбеку, после высокой оценки его «Таблиц» говорится, что «Звезды наблюдались с помощью очень большого квадранта: но трудно поверить Гравинусу**, когда он говорит, что радиус этого инструмента равен высоте Святой Софии в Константинополе***».

Приведенные сведения пробудили интерес к Обсерватории Улугбека. С 30-х годов прошлого столетия европейские путешественники и среди них известный венгерский востоковед А. Вамбери (1832—1913 гг.), посетивший под видом турецкого дервиша Самарканд, склонны были принять за остатки Обсерватории цилиндрический купол мечети Тилля-Кари, расположенной по соседству с медресе Улугбека на Регистане — центральной площади города Самарканда.

К поискам места Обсерватории приложили

* М. Деламбр. История астрономии средних веков. Париж. 1819 г.

** Иоганн Гравинус — издатель географических таблиц Насирэддина Туси (1201—1274 гг.) и Улугбека.

*** Имеется в виду собор Святой Софии, воздвигнутый в Константинополе в 532—537 гг. Высота собора 56 м.

* «Предвестник астрономии» — книга Гевелия на латинском языке, изданная в Гданьске в 1690 г.

усилия вместе с русскими историками-востоковедами и астрономы тогда еще молодой Ташкентской обсерватории. Однако все их данные носили лишь предположительный характер. Окончательное решение трудного вопроса о местоположении Обсерватории Улугбека принадлежит известному самаркандскому археологу В. Л. Вяткину (1869—1932 гг.). Изучая один из документов XVII века на дарственные дервишской обители земли в ближайших окрестностях Самарканда, он обнаружил точное описание места Обсерватории на расстоянии 2 км от города, справа от Ташкентской дороги. На скромные средства, отпущенные Комитетом по изучению Средней и Восточной Азии, В. Л. Вяткин приступил к раскопкам.

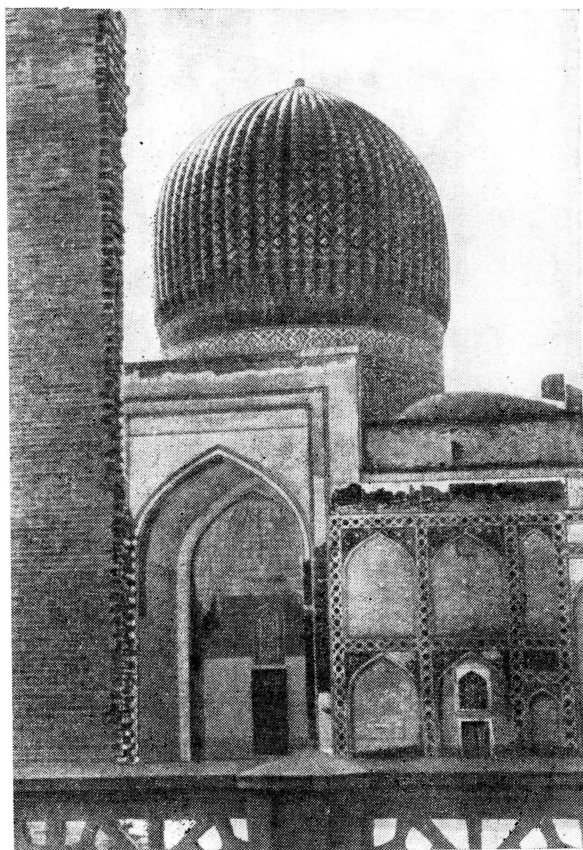
Выполненные в 1908—1909 гг., они увенчались выдающимся открытием, привлечшим внимание всего мира. В глубокой, вырубленной в скале траншее были обнаружены две параллельные мраморные дуги окружности, засыпанные щебнем и остатками строительного мусора. После расчистки траншеи перед археологом предстала хорошо сохранившаяся дуга установленного в меридиане инструмента, которая была принята В. Л. Вяткиным за часть гигантского квадранта с радиусом в 40,2 м. Это в полной мере соответствовало сведениям из упоминавшейся нами истории астрономии Деламбура.

Раскопки под руководством В. Л. Вяткина были возобновлены в 1914 г. Хотя они и доставили некоторые новые данные, но далеко не вскрыли всей территории Обсерватории, оставив решение многих вопросов будущим исследователям.

Открытие руин Обсерватории Улугбека вызвало огромный интерес к его эпохе. Известный востоковед академик В. В. Бартольд (1869—1930 гг.) отозвался на него монографией «Улугбек и его время», впервые опубликованной в 1918 г.*

Первая мировая война естественно затормозила изучение памятника, и новое его исследование было предпринято лишь в 1941 г., когда в связи с 500-летним юбилеем родоначальника узбекской литературы, великого поэта Алишера Навои (1441—1501 гг.) широким фронтом началось изучение памятников материальной культуры его эпохи.

Один из отрядов Самаркандской комплексной экспедиции, возглавлявшийся погибшим



Мавзолей Гур-Эмир в Самарканде, где находится могила Улугбека

в Великой Отечественной войне талантливым археологом И. А. Сухаревым, возобновил раскопки, прерванные в 1914 г. Научное руководство раскопками осуществлял профессор М. Е. Массон. К сожалению, эти работы были слишком кратковременны. Они выполнялись с 24 мая по 23 июня, когда их оборвала неожиданно вспыхнувшая Великая Отечественная война.

В то самое время, когда археологи скрупулезно вскрывали наслоения на холме Обсерватории, добираясь до ее фундаментов, специальная экспедиция под руководством председателя Узбекистанского филиала Академии наук СССР, профессора Т. Н. Кары-Ниязова была занята вскрытием гробниц Тимура и Тимуридов, расположенных во всемирно известном мавзолее Гур-Эмир в Самарканде.

В те дни я находился в Обсерватории Улугбека с целью определения ее географических

* См. Академик В. В. Бартольд. Сочинения, II, часть 2. «Наука», Москва, 1964 г.

координат и азимута оси сохранившейся части главного инструмента и живо помню ту атмосферу высокого научного напряжения, которой был окружен тогда Самарканд.

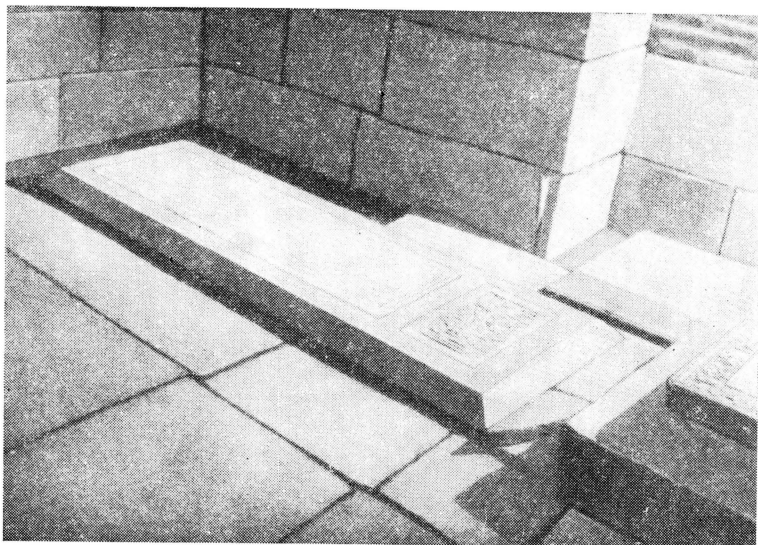
Вскрытие оставшихся неприкосновенными в течение более пяти веков гробниц не только интересовало ученых, но и приковало большое внимание широких слоев населения Советского Союза. Сообщения о ходе работ публиковались во многих газетах и журналах.

Здесь следует заметить, что в мавзолее Гур-Эсир покоятся и останки Улугбека — внука Тимура и правителя Мавераннахра * в 1409—1449 гг. Исторические данные свидетельствовали, что Улугбек был убит наемниками своего сына в результате политических интриг, возникших из-за престолонаследия. Убийство, санкционированное высшим мусульманским духовенством, произошло в 1449 г. В день вскрытия гробниц Тимура и Улугбека профессор Т. Н. Кары-Ниязов разрешил мне спуститься в мавзолей и осмотреть только что вскрытые гробницы. Перед мною предстал саркофаг Улугбека из белого мрамора, на дне которого покоились его останки. Череп Улугбека лежал в некотором удалении от скелета. Здесь же был обнаружен рассеченный ударом острого оружия один из шейных позвонков.

Начало войны переключило интересы советских людей на другие цели. Работы экспедиции по раскопкам Обсерватории были немедленно свернуты. Изучение памятника в археологическом отношении приостановилось еще на 7 лет.

В 1948 г. экспедиция Института истории и археологии Академии наук Узбекской ССР, руководимая недавно скончавшимся археологом В. А. Шишкиным (1893—1966 гг.), завершила последний этап раскопок, обнажив фундаменты Обсерватории и фрагменты здания вплоть до их основания на природной скале. Обстоятельный отчет об изучении Об-

* Мавераннахр — государство между реками Аму-Дарья и Сыр-Дарья, главным городом которого был Самарканд.



Могила Улугбека

серватории опубликован руководителем раскопок *.

В рамках короткой статьи невозможно изложить все вопросы, относящиеся к Обсерватории Улугбека. Интересующихся мы отсылаем к выходящей в этом году вторым изданием подробной монографии академика АН Узбекской ССР Т. Н. Кары-Ниязова **. Здесь мы остановимся лишь на некоторых вопросах, связанных с главным инструментом Обсерватории.

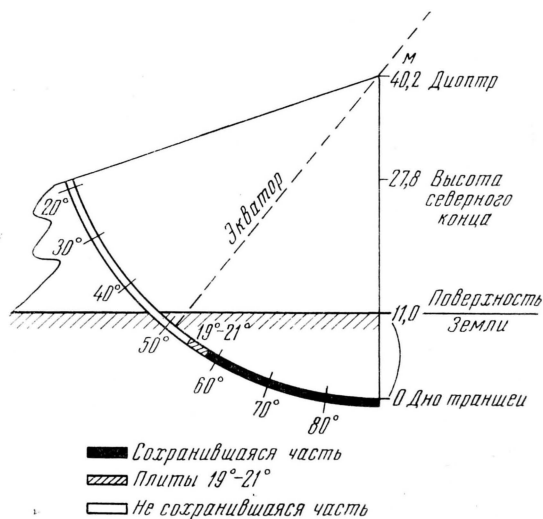
Большинство современных исследователей считает, что остатки гигантской дуги принадлежат не квадранту, а так называемому «секстанту Фахри» ***. Для такого заключения имеются основания как исторического, так и астрономического характера.

Остатки секстанта находятся в траншее, ширина которой 2 м, а глубина в южной части близка к 11 м. Дуги выложены из жженого кирпича и облицованы отшлифованными мраморными плитами. Вдоль плит сделаны пазы глубиной в 15 мм, по-видимому, для перемещения визирных приспособлений. Перпендикулярно к ним располагаются уг-

* «Труды Института истории и археологии Академии наук УзССР», V, Ташкент, 1953 г.

** «Астрономическая школа Улугбека». Ташкент, 1967 г.

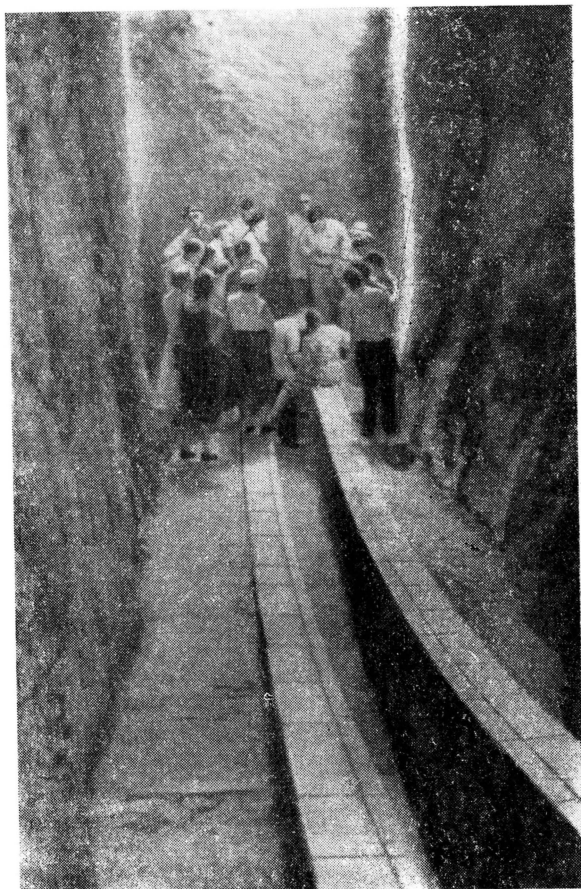
*** Секстант Фахри — астрономический инструмент с дугой в шестую часть окружности, устанавливаемый в плоскости меридиана. Изобретен в X веке астрономом ал-Ходженди.



дубления, соответствующие градусам дуги. Длина градуса дуги секстанта равна 702 мм. На западной дуге его вписанные в кружки арабские буквы по счету «абджад», в котором каждая буква имеет определенное числовое значение, обозначают градусы дуги секстанта. Сохранились все плиты с надписями от 80° до 58°. В северном конце дуги находятся еще две плиты с обозначениями 21°, 20° и 19°. Они были обнаружены в траншее В. Л. Вяткиным и уложены вплотную к сохранившейся части при реставрации инструмента.

Инструмент использовался, главным образом, для наблюдений меридиональных высот и моментов кульминации Солнца, что было связано с определением астрономических постоянных. Быть может, с его помощью наблюдались также Луна и планеты — светила, меняющие свои координаты. Сомнительно употребление секстанта для наблюдений неподвижных звезд. При всех методах наблюдений необходим диоптр в центре инструмента. Конструкция его не ясна: было ли это отверстие в стене здания обсерватории или для его осуществления применялась какая-либо еще архитектурная деталь, остается неизвестным. Также проблематичными остаются различные варианты реставрации здания обсерватории, к сожалению, мало учитывающие специфику его назначения.

Успешное решение задач, для которых предназначался главный инструмент, было невозможно без самой тщательной его установки в меридиане. В 1941 г. мною определен азимут оси инструмента. Он оказался равным 10',4. Такая величина не могла влиять на из-



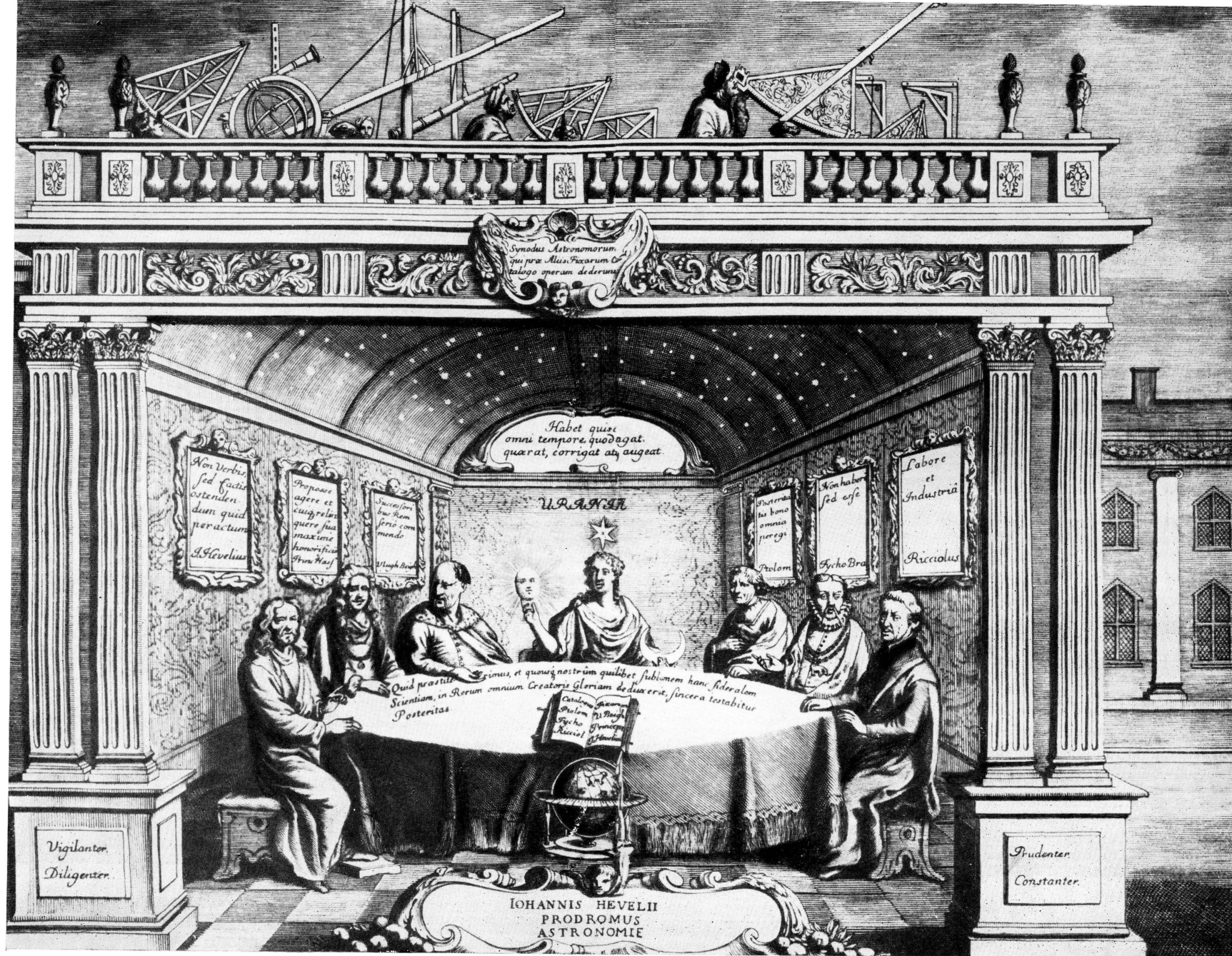
Группа делегатов X ассамблеи Международного астрономического союза у секстанта — главного инструмента обсерватории Улугбека. Слева — схема секстанта 1958 г.

Фото П. В. Щеглова

мерения меридиональных высот светил, но могла вызвать ошибку в часовом угле до 40^s *. Не исключено, что инструмент был установлен в меридиане с большей точностью и изменение азимута произошло вследствие неизбежных деформаций, вызванных различными причинами в течение пяти столетий.

Географическая широта Обсерватории 39°40',6, на 3',2 больше, чем широта, данная в «Таблицах» Улугбека. Долгота, по нашим определениям, составляет 67°0' относительно Гринвича. Это число отличается от приводимого в «Таблицах» на 32'16'.

* В. П. Щеглов. К вопросу о географических координатах и азимуте секстанта Обсерватории Улугбека в Самарканде. «Астрономический журнал». XXX, 2, 1953 г.



2. Гравюра из книги Яна Гевелия «Prodromus astrono-



Примерно на такую же величину разнятся долготы многих пунктов, координаты которых содержатся в географических таблицах Улугбека. По-видимому, начальный меридиан был выбран условно, в значительном удалении от территории, охватываемой географическими таблицами.

Обсерватория Улугбека — изумительный памятник одной из блестящих эпох развития астрономии на Востоке. Необходимы дальнейшие поиски для освещения всей многогранной деятельности самаркандских астрономов.

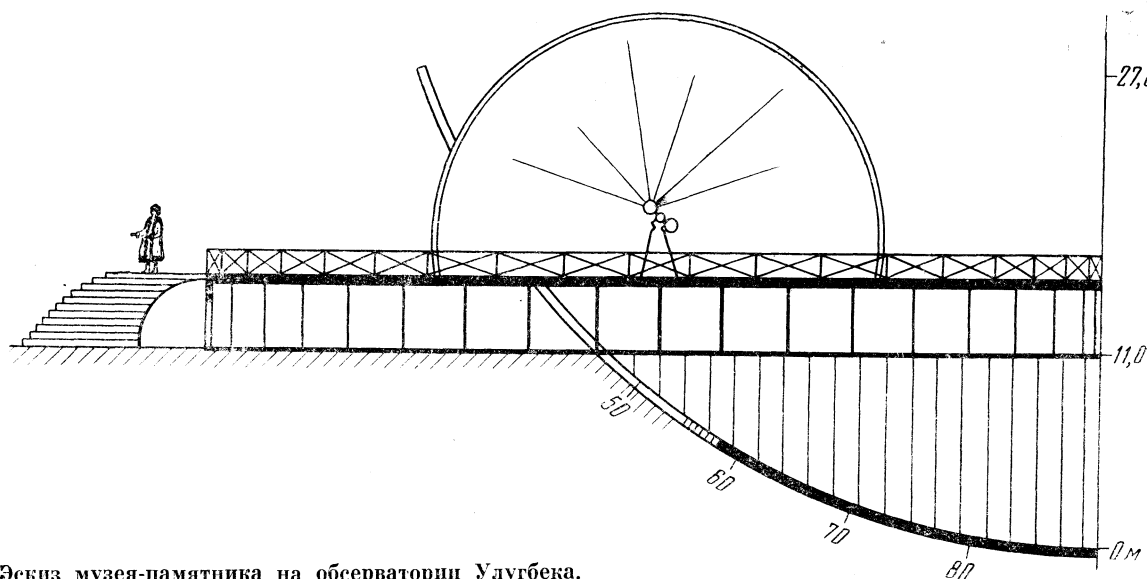
В связи с предстоящим в 1969 г. празднованием 2500-летия города Самарканда, общественность Узбекистана обсуждает вопросы о сохранении многочисленных исторических памятников этого древнейшего в СССР города. В порядке обсуждения позволю высказать свои соображения о сохранении остатков обсерватории Улугбека и о создании памятника-музея.

Так как контуры обсерватории ограничиваются остатками цилиндрической стены радиусом около 24 м, то, по моему мнению, следует построить вокруг этой стены цилиндрическое здание радиусом 25 м и высотой 4—5 м. Дуга главного инструмента должна быть продлена до потолка здания. Подлинные части инструмента можно одеть прозрачным пластиком. Им же покрыть все имеющие архитектурную и историческую ценность фраг-

менты круглой стены, фундаментов, а также стены траншеи. Современный футляр над секстантом надо убрать, и инструмент станет основным экспонатом музея. Остальное пространство цилиндрического здания будет использовано для музейных экспозиций: моделей главного инструмента, вариантов реконструкции обсерватории в объемном и графическом изображении, всех материалов, связанных с жизнью и творчеством Улугбека.

На плоской крыше здания хотелось бы построить современный планетарий с залом до 400 мест. Купол планетария радиусом 12,5 м занял бы центральную часть крыши. На площадке вокруг него можно будет установить демонстрационные приборы: глобусы, армиллярные сферы, телескопы. Планетарий позволит наглядно показать, какими исследованиями занимались средневековые астрономы. На его купол можно спроектировать звезды из каталога Улугбека и эклиптическую систему координат, в которой даны положения этих звезд. В планетарии смогут демонстрировать в условном временном масштабе: прецессию, продолжительность тропического года, изменение высоты полюса над горизонтом, видимые движения планет — словом, все те явления, которые изучались в Самаркандской обсерватории. Вместе с тем этот же прибор может быть использован для показа и современных задач астрономии.

На верхней площадке северной лестницы,



Эскиз музея-памятника на обсерватории Улугбека.
Автор проекта — В. П. Щеглов

ведущей на площадку планетария, должна быть установлена четырехметровая фигура Улугбека из мрамора или бронзы. Под лестницей с боков — вход в музей. Дополнительный спуск в него следует предусмотреть с крыши музея.

На куполе планетария из легкого пластического материала укрепляется продолжение

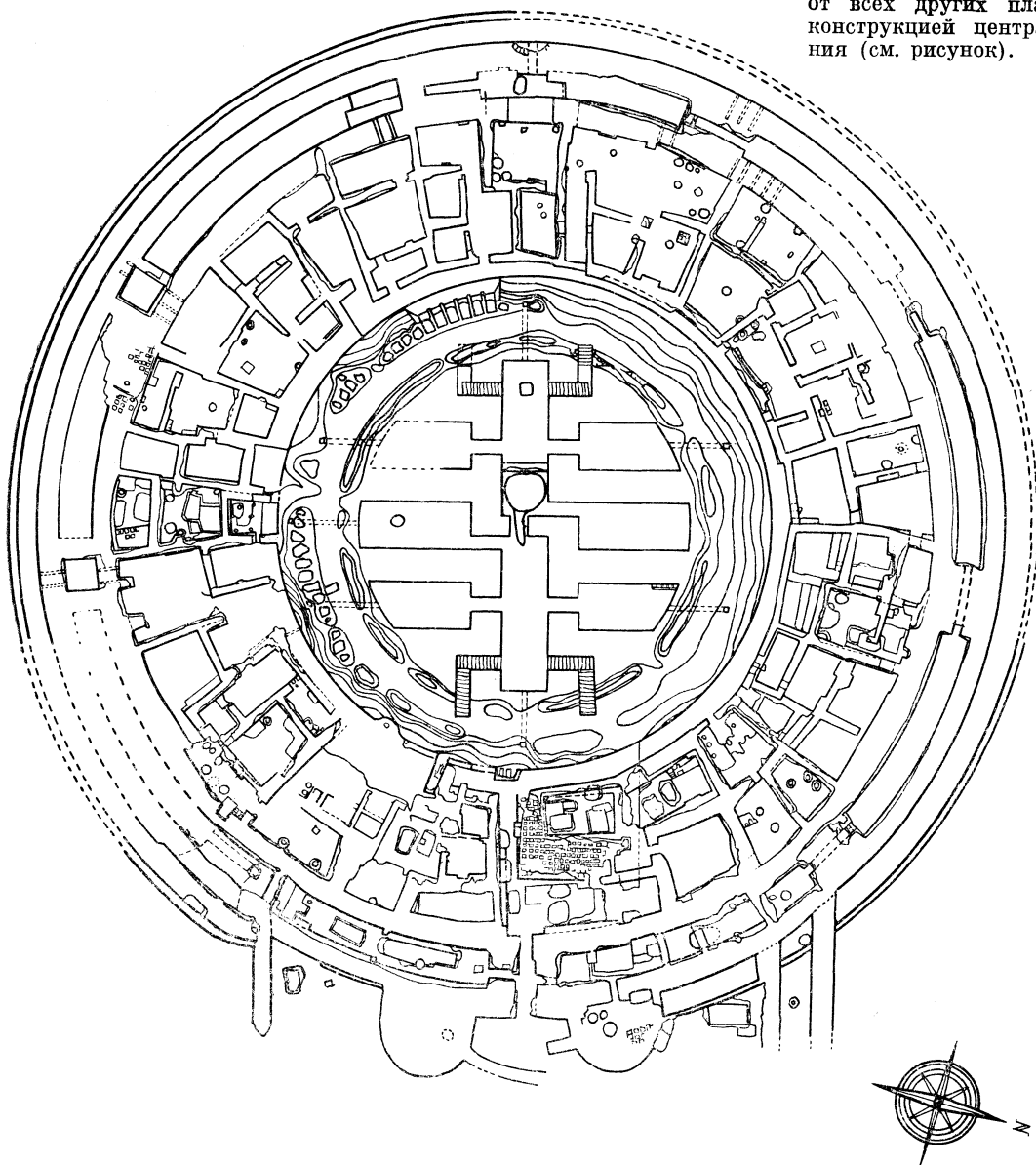
дуги секстанта до отметки 16,8 м от поверхности Земли, где, по-видимому, оканчивалась дуга инструмента.

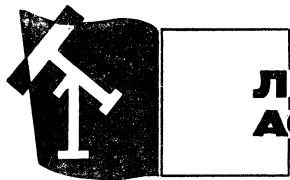
Осуществление подобного комплекса явилось бы достойным памятником великому ученому и послужило бы базой для пропаганды естественно-научных знаний среди широких масс трудящихся.

КОЙ-КРЫЛГАН-КАЛА — ОБСЕРВАТОРИЯ ДРЕВНЕГО ХОРЕЗМА

Археологическая хорезмская экспедиция С. П. Толстова, исследуя древние памятники Средней Азии,

обратила особое внимание на древнее поселение Кой-Крылган-Кала, которое резко отличается от всех других планировкой и конструкцией центрального здания (см. рисунок).





АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В СЕНТЯБРЕ—ОКТАБРЕ 1967 года

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО. В южной части неба (рис. 1) выделяются звезды: Денеб (α Лебеда), Вега (α Лиры) и Альтаир (α Орла), образующие «летне-осенний треугольник». Высоко над горизонтом в меридиане располагается созвездие Лебеда, ниже — созвездие Орла. Созвездие Лиры с Вегой — самой яркой (0^m , 14) звездой северного полушария — находится немного западнее созвездия Лебеда. Низко на западе виден Арктур (α Волопаса), а чуть выше, на юго-запа-



Вычисления, проведенные И. Н. Веселовским, показали, что планировка центрального здания Кой-Крылган-Кала и ориентировка оконных проемов, пробитых в стенах шестиметровой толщины, были рассчитаны на наблюдения восходов Солнца в моменты между солнцестояниями и равноденствиями и на наблюдения восходов в лучах утренней зари (гелиактических восходов) ярких звезд Фомальгаут, с утренним появлением которой связывали разлив рек и начало ирригационных работ.

На месте раскопок найдены также фрагменты изготовленных на гончарном круге глиняных колец и дисков, весьма сходных с теми инструментами для определения высот светил в меридиане, которые были описаны крупнейшим среднеазиатским ученым ал-Бируни (973—1048 гг.). Астрономическая датировка и археологические

данные указывают на то, что эта уникальная обсерватория построена в IV веке до н. э. Об астрономических знаниях древних народов Средней Азии сохранилось мало сведений. Однако отрывочные письменные данные позволяют предположить, что в Древнем Хорезме еще в I веке до н. э. одновременно с развитием ирригационного земледелия была высоко развита и астрономия.

Подробное описание обсерватории Кой-Крылган-Кала и астрономические расчеты приведены в статье М. Г. Воробьевой, М. М. Рожанской и И. Н. Веселовского, которой откроется X выпуск «Историко-астрономических исследований» (ИИАИ). Среди статей и материалов этого выпуска отметим исследование по истории астрономии Древнего мира «Египетские деканы» (И. Н. Веселовский), описания знаменитого сочинения ал-Бируни «Канон Мас'у-

да» (Б. А. Розенфельд и М. М. Рожанская) и первых астрофизических работ, выполненных в Петербургской академии наук в XVIII веке (Н. И. Невская), и многие другие. Особое место в этой книге займет первая публикация недавно обнаруженных писем Л. Эйлера. Выпуск завершается избранной библиографией литературы по истории астрономии, вышедшей в СССР и в других странах за последние два года.

Комиссия по истории астрономии Астросовета АН СССР и Редакция ИИАИ надеются, что все интересующиеся вопросами истории нашей науки найдут в X выпуске ИИАИ, который уже печатается, полезные для себя материалы.

П. Г. КУЛИКОВСКИЙ,
председатель Комиссии по
истории астрономии Аст-
росовета АН СССР

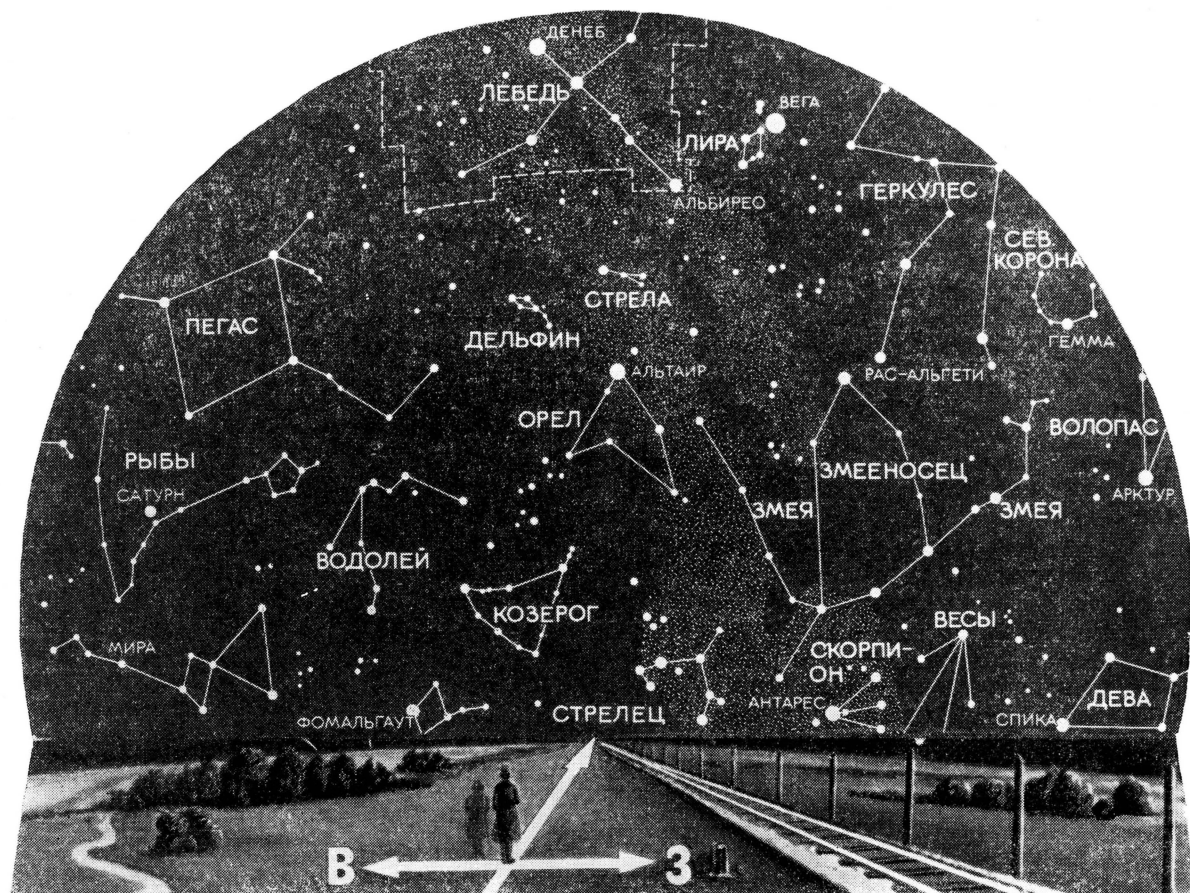


Рис. 1. Южная часть звездного неба 1 сентября в 21 час по местному времени ($\varphi = 56^\circ$)

де — созвездия Северной Корона и Геркулеса. В южных широтах на юго-западе низко над горизонтом можно наблюдать созвездия Скорпиона и Стрельца. К востоку от меридиана виден «большой квадрат» созвездия Пегаса, а между Орлом и Лебедем — созвездие Дельфина. В южных широтах в юго-восточной части неба низко над горизонтом можно найти яркую звезду Фомальгаут (α Южной Рыбы).

Познакомимся подробнее с созвездием Лебеда. Согласно одному из мифов древней Греции, в созвездии Лебеда олицетворен Орфей — певец, который своим пением и музыкой очаровывал людей, укрощал диких зверей и даже приводил в движение деревья и скалы. За это боги Олимпа вознесли Орфея и его инструмент на небо и увековечили в созвездиях Лебеда и Лира.

Яркие звезды созвездия Лебеда наблюдаются на фоне огромного количества слабых звезд — Млечного Пути, который осенью особенно эффектно тянется

через небосвод с северо-востока на юго-запад. Около звезды Денеб Млечный Путь раздваивается (см. рис. 1). Это — результат поглощения света далеких звезд газово-пылевой материей.

В созвездии Лебеда немало видимых невооруженным глазом, в бинокль или школьные телескопы переменных и кратных звезд, светлых и темных туманностей, рассеянных звездных скоплений (рис. 2—5 помещены на 4-й странице обложки).

Звезда Денеб, замыкающая фигуру Лебеда (см. рисунок в начале статьи), голубого цвета, $1^m, 3$ видимой звездной величины. Это — гигант, со светимостью в 10 000 раз и радиусом в 35 раз больше светимости и радиуса Солнца. Расстояние до этой звезды около 300 пс.

Одна из самых красивых двойных систем в созвездии Лебеда — Альбирео (β Лебеда). Компоненты ее хорошо видны уже в полевой бинокль. Блеск белого компонента $5^m, 4$, а оранжевого $3^m, 2$.

Видимое угловое расстояние между ними около $35''$. Двойственность этого объекта открыл английский астроном Д. Брайль в 1755 г.

Интересным объектом среди двойных звезд является 61 Лебеда ($\alpha = 21^{\text{h}}04^{\text{m}}.7$; $\delta = +38^{\circ}30'$). Видимые звездные величины компонентов равны $5^{\text{m}},6$ и $6^{\text{m}},3$, а видимое угловое расстояние между ними примерно $28''$. Период обращения компонентов составляет 653 года. Обе звезды — оранжевого цвета и наблюдаются в бинокли и школьные телескопы. 61 Лебеда знаменита большим собственным движением, которое достигает $5'',24$ в год (наибольшее собственное движение у звезды Барнарда $10'',27$ в год). Расстояние до 61 Лебеда $3,4$ пс. Тщательные изучения орбит компонентов показали, что яркий компонент в своем движении испытывает какие-то дополнительные возмущения. Это явление подробно исследовал пулковский астроном А. Н. Дейч. Он доказал, что у яркого компонента существует невидимый спутник, большая полуось орбиты которого равна $2,3$ а. е., а масса $0,012$ солнечной массы (для сравнения: расстояние от Солнца до Юпитера $5,2$ а. е., а масса Юпитера около $0,001$ солнечной). Темные спутники открыты еще у нескольких звезд.

В созвездии Лебеда зарегистрировано более 800 переменных звезд. X Лебеда ($\alpha = 19^{\text{h}}48^{\text{m}},6$; $\delta = +32^{\circ}47'$) имеет период 407 дней. В максимуме блеска ($3^{\text{m}},3$) она видна невооруженным глазом, но в минимуме ($14^{\text{m}},2$) ее очень трудно заметить на фоне довольно яркого галактического поля. Очередной максимум блеска был 19 июля.

Затменная переменная Y Лебеда ($\alpha = 20^{\text{h}}50^{\text{m}},1$; $\delta = +34^{\circ}28'$) доступна наблюдениям в призмные бинокли. Видимая звездная величина ее в максимуме блеска $7^{\text{m}},0$, а в минимуме $7^{\text{m}},6$. Период изменения блеска составляет почти трое суток. Минимумы блеска приходится на 9, 12, 15, 18 и т. д. сентября на 20 часов и на 3, 6, 9, 12 и т. д. октября на 19 часов московского времени.

В созвездии Лебеда много рассеянных звездных скоплений. Большинство из них недоступны инструментам астрономов-любителей, но одно — скопление M 39 (рис. 3) — можно наблюдать в бинокль. Видимая звездная величина скопления $5^{\text{m}},5$, а видимый диаметр $30'$, т. е. на небесной сфере оно занимает площадь, равную видимому диску Луны. В школьные телескопы с 20-кратным увеличением в скоплении видно до 25 звезд. Расстояние до него около 250 пс, а координаты $\alpha = 21^{\text{h}}30^{\text{m}},4$ и $\delta = +48^{\circ}13'$.

Среди диффузных туманностей созвездия Лебеда отметим NGC 7000 — Северная Америка, размеры которой $100' \times 120'$. Она находится недалеко от звезды Денеб, рядом со звездой ξ Лебеда (см. рис. 2). Наблюдать туманность можно в школьные телеско-

пы. Хорошо видны детали туманности на фотографиях (рис. 4).

Интересным объектом в созвездии Лебеда является система тонковолокнистых туманностей около звезды 52 Лебеда. На небе их можно отыскать между звездами ϵ и ζ Лебеда. Диаметр внешней границы этой системы около $3'$. Как видно из рис. 5, в центре системы (в отличие от большинства светлых туманностей) нет яркой звезды, которая возбуждала бы свечение окружающей материи. Голландский астроном Я. Оорт предположил, что волокна — остатки сверхновой, вспышка которой произошла несколько десятков тысяч лет назад. Предположение подтверждается радиоастрономическими наблюдениями. Волокнистые туманности видны в инструменты с диаметром больше 80 мм и 20-кратным увеличением.

Систему светлых диффузных туманностей можно также наблюдать в телескопы около звезды γ Лебеда.

В созвездии Лебеда находится наиболее мощный источник радиоизлучения — Лебедь A ($\alpha = 19^{\text{h}}58^{\text{m}}$; $\delta = +40^{\circ}35'$). Координаты его совпадают с координатами двойной галактики с очень близко расположенными компонентами. Несмотря на видимую слабость ее блеска ($15^{\text{m}},3$) — это сверхгигантская галактика, по светимости превосходящая нашу Галактику и удаленная от нас на 200 Мпс.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ. Венера в первой половине сентября недоступна наблюдениям, но со второй половины месяца начинается период утренней видимости, продолжительность которого в конце октября около 4,5 часов. Видимая звездная величина планеты в это время $-4^{\text{m}},0$.

Марс в сентябре и первой половине октября виден по вечерам низко над горизонтом сначала в созвездии Скорпиона, а затем в Змееносце. Звездная величина планеты $+1^{\text{m}},0$.

Юпитер в сентябре наблюдается утром перед восходом Солнца в созвездии Льва, к концу октября он восходит около полуночи. В этот период видимости его блеск увеличивается от $-1^{\text{m}},3$ до $-1^{\text{m}},5$.

Сатурн в сентябре — октябре находится в созвездии Рыб и имеет видимую звездную величину около $0^{\text{m}},5$.

Уран можно наблюдать со второй половины октября по утрам в созвездии Девы в виде звездочки 6^{m} .

Нептун виден только в сентябре низко на юго-западе в созвездии Весов. Его блеск $7^{\text{m}},7$.

ПОЛНОЕ ЗАТМЕНИЕ ЛУНЫ. 18 октября произойдет полное затмение Луны, которое смогут наблюдать в Восточной Сибири, на Сахалине, Камчатке, Чукотке и на Тихом океане. Зат-

мение начнется в 10 часов 10,4 минуты по московскому времени и будет продолжаться до 16 часов 21,1 минуты. Максимальной фазы затмение достигнет в 13 часов 15,8 минуты.

МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК ОРИОНИД. Поток будет наблюдаться в октябре. Координаты радиан-

та: $\alpha = 6^h 16^m$; $\delta = +15^\circ 1'$. Максимум потока ожидается 22 октября с часовым числом метеоров около 10.

А. Д. МАРЛЕНСКИЙ,
доцент

В. Ф. ЗАБОЛОТНЫЙ

Труба и установка самодельного телескопа

В помощь любителям строящим телескопы. Беседа 6

В предыдущих беседах* мы уже рассказали об изготовлении и испытании главного вогнутого зеркала, которое служит объективом в телескопе-рефлекторе, и о сборке окуляров. Но в телескопе-рефлекторе системы Ньютона есть еще небольшое плоское зеркальце. Оно устанавливается на оптической оси главного зеркала под углом 45° к ней. Плоское зеркало отклоняет вбок конус лучей, отраженных от главного зеркала, чтобы наблюдатель не загораживал головой отверстие трубы телескопа. Фокус главного зеркала должен совпадать с фокусом окуляра, вставленного в окулярную трубку — этим требованием определяется положение плоского зеркала на оптической оси телескопа. Поверхность плоского вспомогательного зеркала должна быть очень тщательно отполирована, поэтому обычные зеркала, употребляемые в быту, безусловно не годятся. Изготовить плоское зеркало

в любительских условиях довольно трудно. Можно вместо зеркала воспользоваться призмой с полным внутренним отражением, применяемой в призмённых биноклях. При главном зеркале диаметром 100—120 мм размеры прямоугольных плоскостей призмы, расположенных под углом 90° , заключены между 25×25 и 30×30 мм. В телескопе одна из этих поверхностей обращена к главному зеркалу, другая — к окуляру.

Объектив и окуляр монтируются в трубе (тубусе) телескопа. Для крепления главного зеркала необходима оправа, которая обеспечивает регулировку положения зеркала. Автором разработана и испытана простая конструкция оправы. Из полосы листового металла (например, стали или латуни) толщиной 1,5—2 мм вырезают и опиляют заготовку (рис. 1, А). Общая длина развертки оправы должна быть несколько больше окружности главного зеркала, чтобы между оправой и зеркалом остался зазор 2—3 мм. Между отогнутыми концами

оправы (рис. 1, Б), также нужен зазор 10—12 мм. В отверстия, сделанные в отогнутых концах оправы 1 вставляют болтик с компенсационной пружиной и гайкой 2. Болтик с пружиной можно заменить одной пружиной 3, которая стянет концы оправы, но натяжение пружины не должно превышать двойного веса зеркала.

Как показано на рис. 1, А и Б, выкройка имеет шесть отгибов. Три более коротких наружных 4 нужны для крепления оправы. В каждом из отгибов сверлят по одному отверстию и нарезают резьбу. Рядом с отверстиями делают лапки 5, которые удерживают зеркало, не давая ему выпасть из оправы. Три более длинных внутренних отгиба 6 несут опорные точки, на которых лежит зеркало. Боковая поверхность главного зеркала опирается на четыре точки, расположенные по окружности оправы под углом 90° одна к другой. Для этой цели просверлены отверстия 7 (пара отверстий для каждой точки опоры) и в них вставляют в виде скобочек отрезки жест-

* Начало см. «Земля и Вселенная», № 4, 5, 1965 г.; № 1, 2, 5, 1966 г.

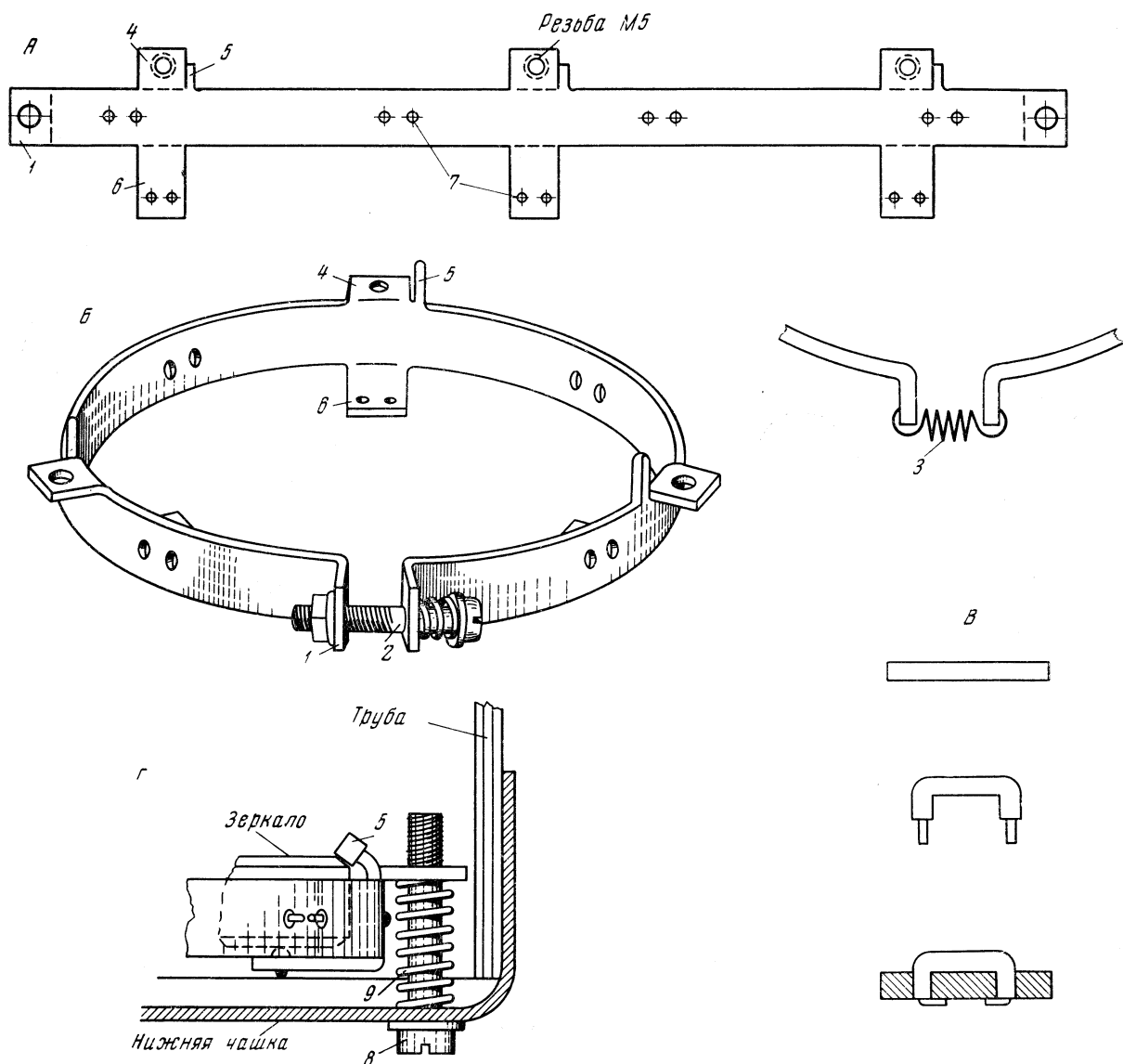


Рис. 1

кого радиомонтажного провода сечением 1—1,5 мм² в хлорвиниловой изоляции. Последовательность изготовления и установки скобочек показана на рис. 1, В.

Готовую оправу окрашивают черной матовой краской. На лапки 5 надевают отрезки хлорвиниловой трубки. Вставив проволоочные

скобки и стяжной болтик с пружиной (не затягивая его), можно вложить зеркало в оправу и после этого затянуть болтик (или натянуть одну пружину). Зеркало нельзя зажимать в оправе плотно!

В отверстия, подготовленные в дне трубы телескопа, вставляют длинные винты 8

(рис. 1, Г). На них надевают опорные пружины 9 и ввертывают в наружные отгибы оправы 4. Сила сжатия опорных пружин не должна превышать тройного веса зеркала. Юстировка телескопа осуществляется вращением этих винтов.

Смонтированный окулярный узел представлен на

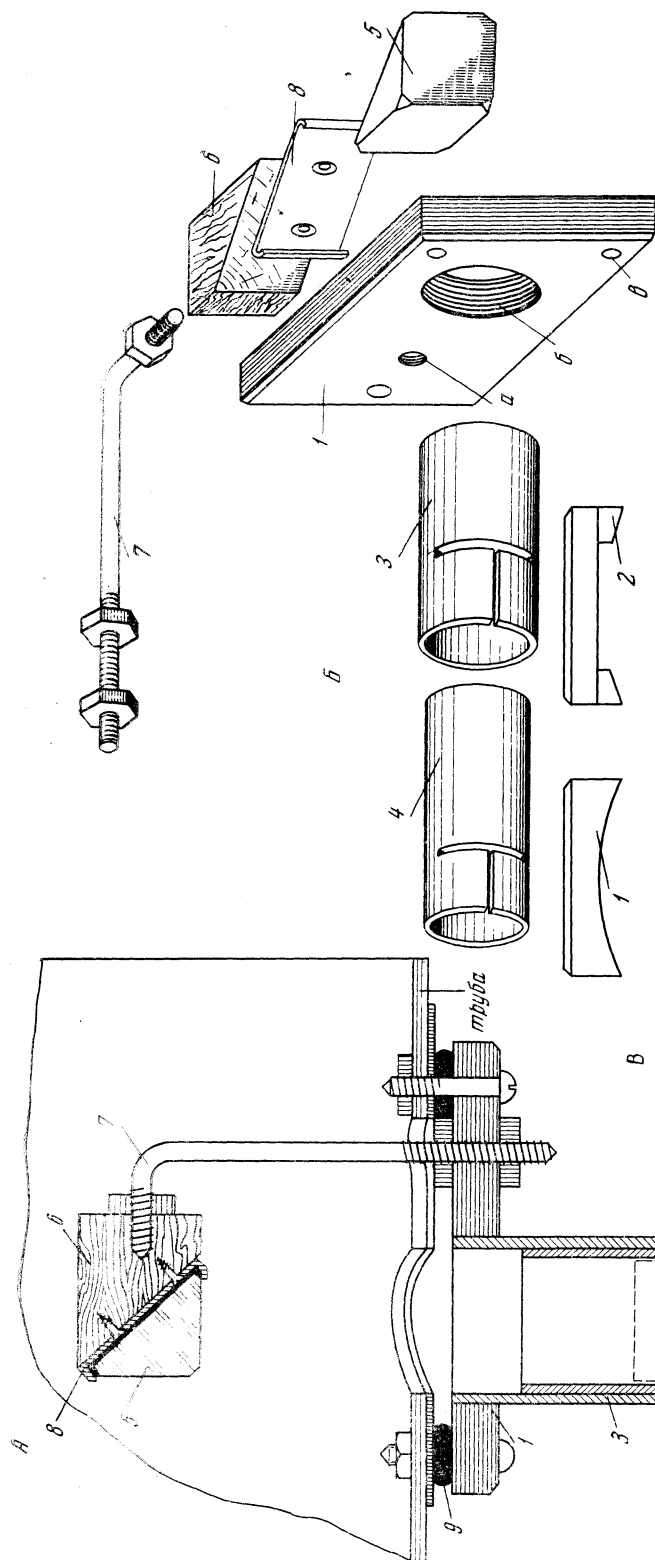
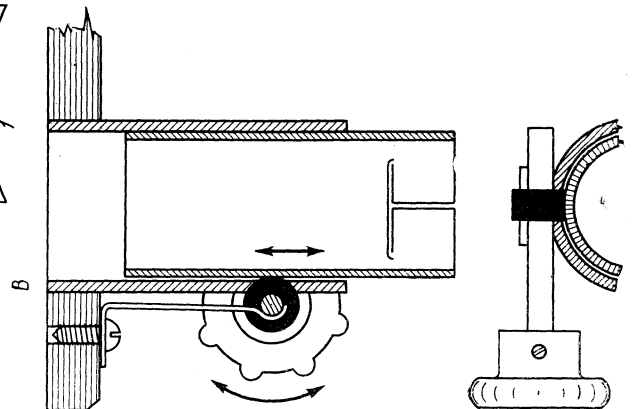


рис. 2,А. Прямоугольная пластина 1 (рис. 2,Б) размером 60×90 мм из прочного дерева, фанеры, пластмассы или дюралюминия — основание окулярного узла. В нем по продольной оси просверлены отверстия для окулярного тубуса а и стойки держателя призмы б, а также три отверстия в для крепления основания к трубе телескопа. Если труба телескопа круглая, то нижняя поверхность основания должна иметь вогнутую цилиндрическую форму (либо на краях необходимы опорные бортики 2).

В отверстие а основания наглухо вставляется окулярный тубус 3, в который с некоторым трением входит подвижная переходная трубка 4, а в нее уже устанавливаются сменные окуляры. Оку-

Рис. 2



лярный тубус и переходную трубку можно либо подобрать готовыми (металлические или пластмассовые), либо склеить из картона или бумаги. Для плавности хода в тубусе и переходной трубке делают Т-образные про-

пилы. При расчете диаметра трубок следует помнить, что наиболее распространенный наружный диаметр готовых окуляров $23 \pm 0,1$ мм. Для наводки окуляра на резкость удобно сделать кремальеру, устройство которой показано на рис. 2, В. В этом случае Т-образный пропи́л в тубусе не нужен, но между внутренней поверхностью тубуса и наружной поверхностью переходной трубки необходимо оставить небольшой зазор (0,1—0,2 мм).

Плоское зеркальце (или призма) помещается на специальном держателе 6 (рис. 2, В) из прочного дерева или пластмассы на стойке 7. Призма удерживается жестяной скобой 8, укрепленной на держателе маленькими шурупами. Между скобой и призмой обязательно прокладывают слой тонкой резины. В простейшем случае призму крепят резиновыми колечками 5 (рис. 3, А). Стойка держателя призмы — металлический стержень (диаметром 5 мм), согнутый в виде буквы «Г». В плоскости, совпадающей с ходом лучей в телескопе, желательнее опилить стойку до толщины 2—2,5 мм, сделав ее плоской. Стойка снабжается тремя гайками и окрашивается черной матовой краской.

Труба (тубус) телескопа может быть заменена «чикинской доской» (рис. 3, А), названной так по имени А. А. Чикина, пионера любительского телескопостроения в России*. Основание такой трубы — сухая прочная доска шириной немного более диаметра главного зеркала и

длиной немного более его фокусного расстояния. На одном конце доски, перпендикулярно к ней, укреплена квадратная толстая дощечка 1. Ее положение фиксируется металлическими укосами или угольниками. На этой дощечке между четырьмя отрезками толстостенной резиновой трубки, надетыми на шурупы 2, устанавливают главное зеркало. Чтобы зеркало не выпало, под головки шурупов подложены пластмассовые шайбы 3. Задняя поверхность зеркала лежит на закругленных концах трех длинных шурупов 4, ввернутых в квадратную дощечку под углом 120° друг к другу, ближе к краю зеркала. Концы винтов выступают на несколько миллиметров из дощечки и служат для юстировки телескопа.

На противоположном конце «чикинской доски» просверливается отверстие, в которое наглухо вставляют окулярный тубус. Расстояние между отверстием и главным зеркалом должно быть таким, чтобы после отражения лучей в призме фокус зеркала совпал с фокусом укрепленных в окулярном тубусе окуляров. Оно равняется фокусному расстоянию зеркала минус отрезок от центра отражающей поверхности призмы до фокуса окуляра.

Стойку держателя призмы вставляют или ввертывают в доску с таким расчетом, чтобы оптическая ось главного зеркала и ось окулярного тубуса проходили через середину отражающей поверхности призмы.

Трубу телескопа можно сделать четырехгранной (рис. 3, В). Из толстой фанеры выпиливают четыре рамки 6, которые по углам соединяют

продольными брусками 7. Собранный таким образом каркас обшивается картоном или тонкой фанерой 8.

Нетрудно изготовить и круглую картонно-металлическую трубу (рис. 3, В). Из металла (можно использовать алюминиевые кастрюли подходящего диаметра) делают кольца жесткости (I—II), чашку для оправы главного зеркала (III) и крышку трубы (IV). В кольца вставляют трубу, склеенную, из трех слоев картона. Наружную поверхность второго и третьего листов картона равномерно смазывают жидким столярным или казеиновым клеем и один за другим листы вклеивают: второй внутрь первого, а третий внутрь второго. Стыки листов не должны совпадать (рис. 3, Г). Снаружи в промежутках между кольцами трубу, до высыхания, можно плотно обвязать бечевкой. Готовую трубу зачищают мелкой шкуркой и окрашивают: снаружи белой или светло-серой, а внутри матовой черной краской. Наружный шов надо заклеить перед окраской полоской бумаги или материи. Внутри трубу можно оклеить черной «бархатной» бумагой.

Длина трубы при всех ее конструкциях примерно равна фокусному расстоянию главного зеркала. Внутренний диаметр трубы (или круглого выреза в рамках в случае квадратной трубы) составляет примерно 1,25 диаметра главного зеркала. Нижняя чашка (III, рис. 3, В) в круглой трубе, где помещено главное зеркало, должна быть съемной, чтобы можно было проникнуть к главному зеркалу. С этой же целью делают сбоку

* Статья об А. А. Чикине опубликована в журнале «Земля и Вселенная», № 4. 1966, стр. 79.

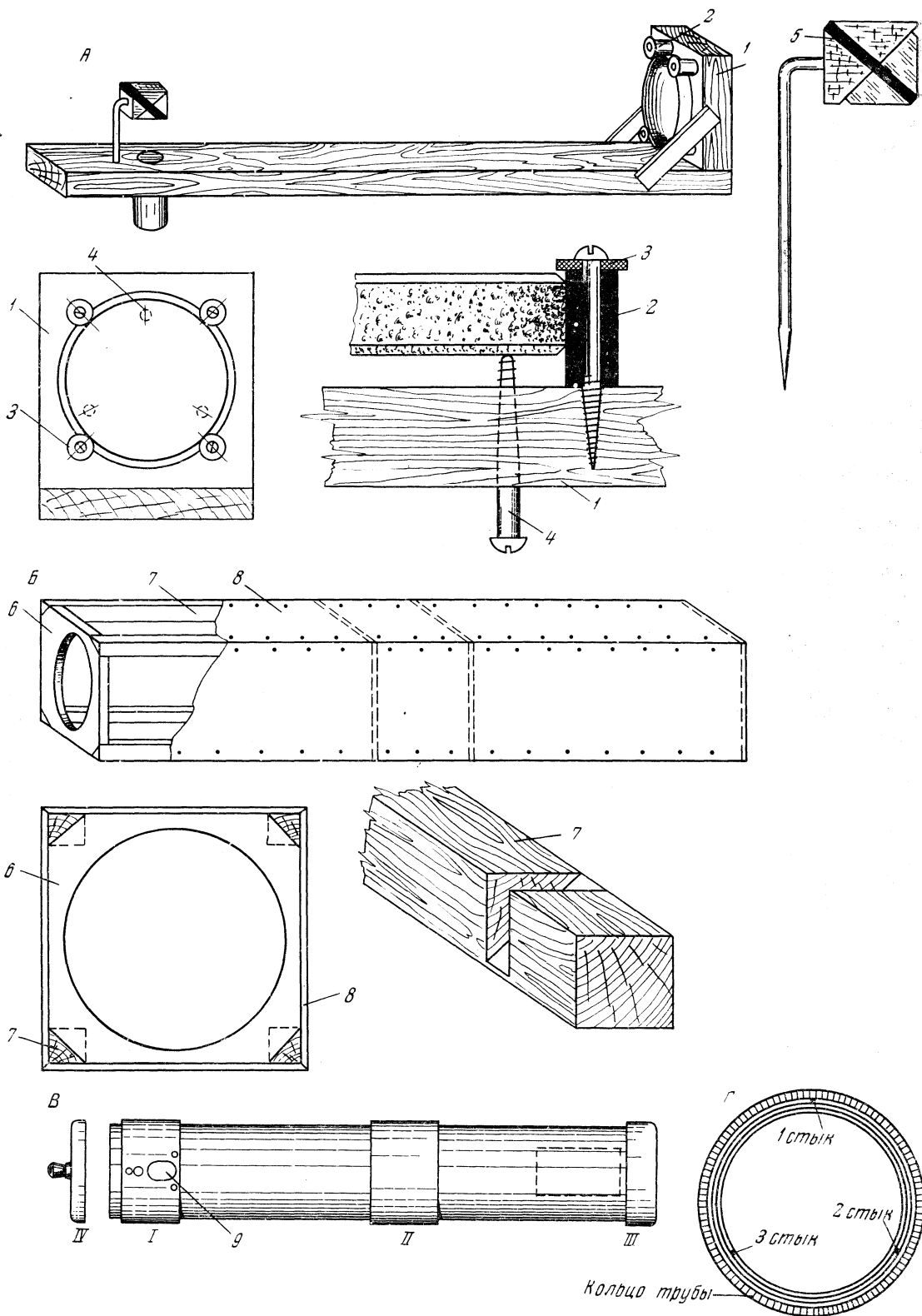


Рис. 3

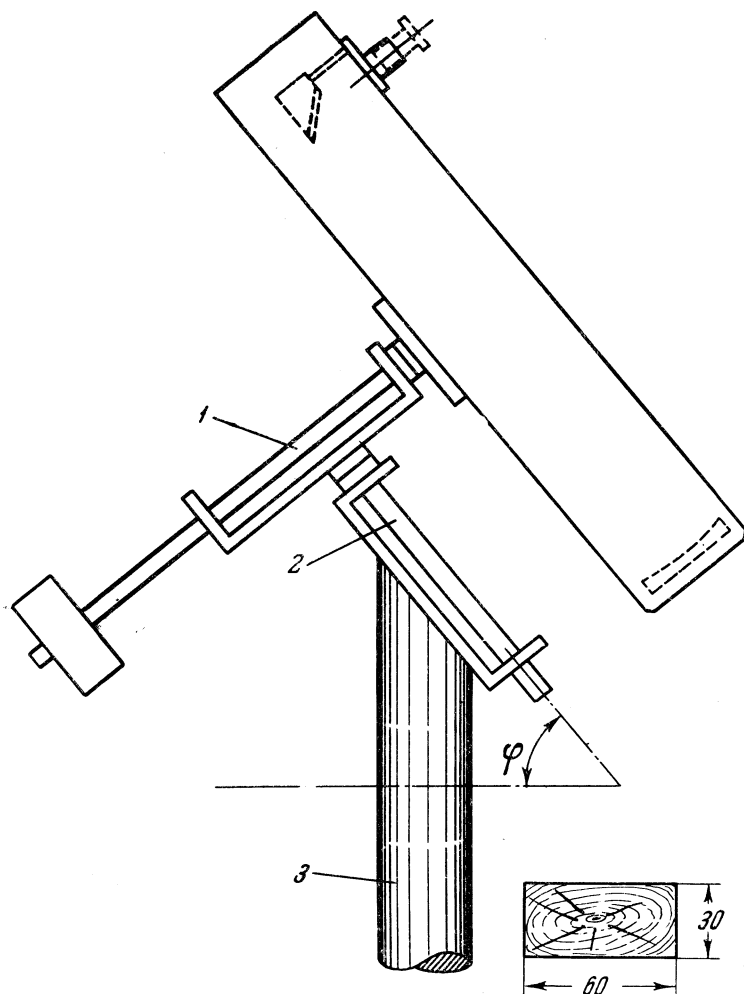


Рис. 4

в трубе отверстие, которое закрывается отодвигающейся крышкой (оно указано штриховой линией на рис. 3,В). В переднем кольце трубы вырезают отверстие 9 (для окулярного тубуса и стойки призмы) и отверстия для винтов, крепящих окулярный узел. Между основанием окулярного узла и кольцом на эти винты надевают резиновые шайбы для регулировки положения окулярного узла (рис. 2,А, 9).

Установка телескопа должна быть устойчивой и удобной. Параллактическая головка (рис. 4) имеет часовую ось 2, расположенную параллельно оси Земли, и ось склонений 1, перпендикулярную часовой оси. Часовая ось, на-

клоненная к горизонту под углом, равным географической широте места (φ), вращается в подшипниках, прикрепленных к верхней площадке штатива (для постоянной установки — к колонне 3). Устройство удобной простейшей установки самодельного телескопа, основные детали которой выполнены из сухого прочного дерева, пластмассы или текстолита, показано на рис. 5. Размеры деталей на чертеже даны в расчете на телескоп с легкой трубой или «чикинскую доску». Диаметр шурупов или винтов, играющих роль «осей», не менее 5—6 мм. Ес-

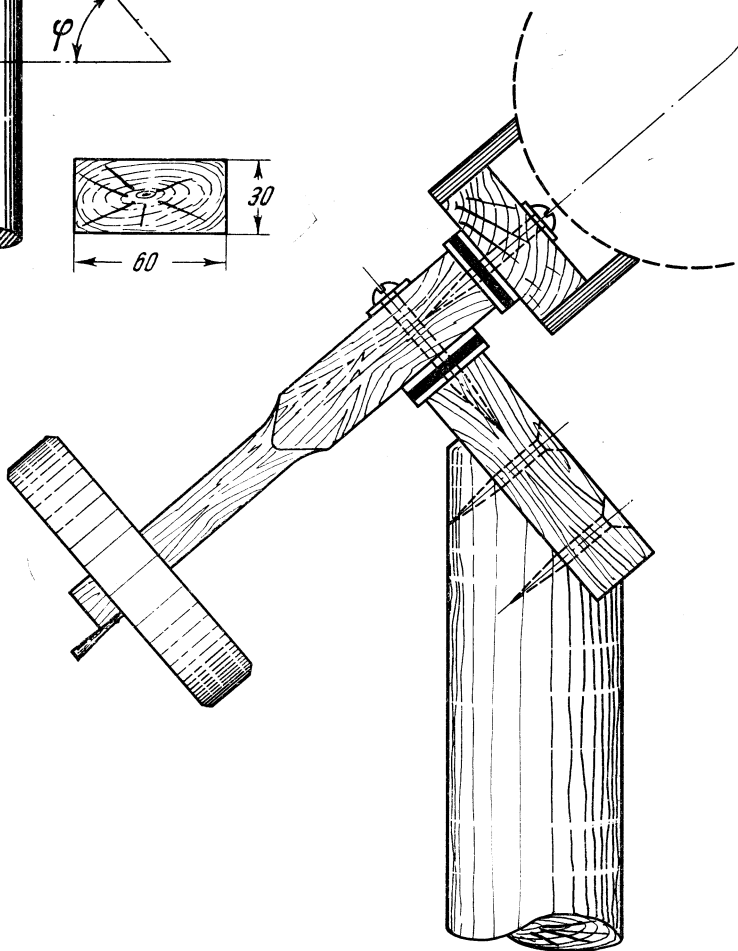


Рис. 5

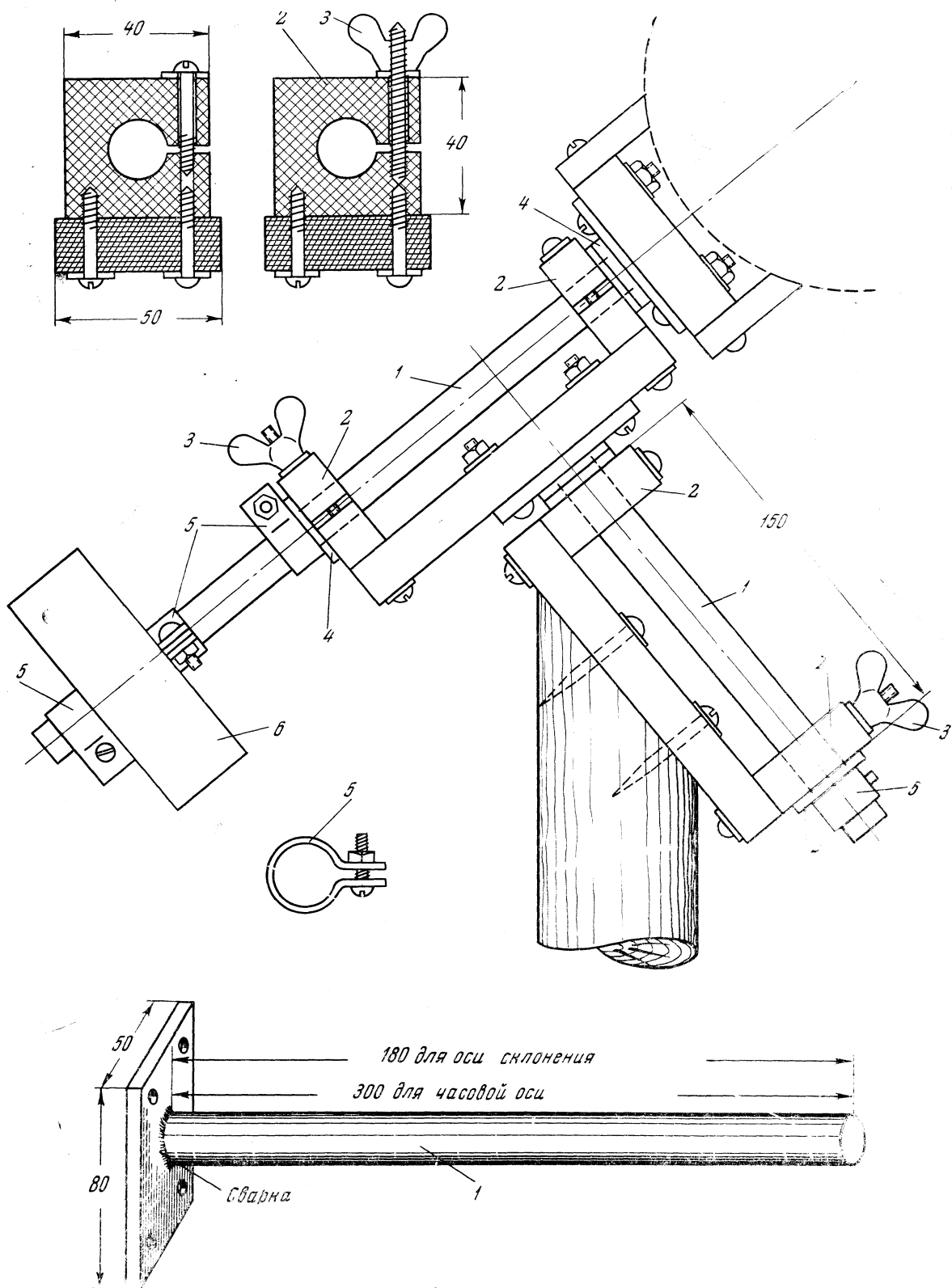


Рис. 6

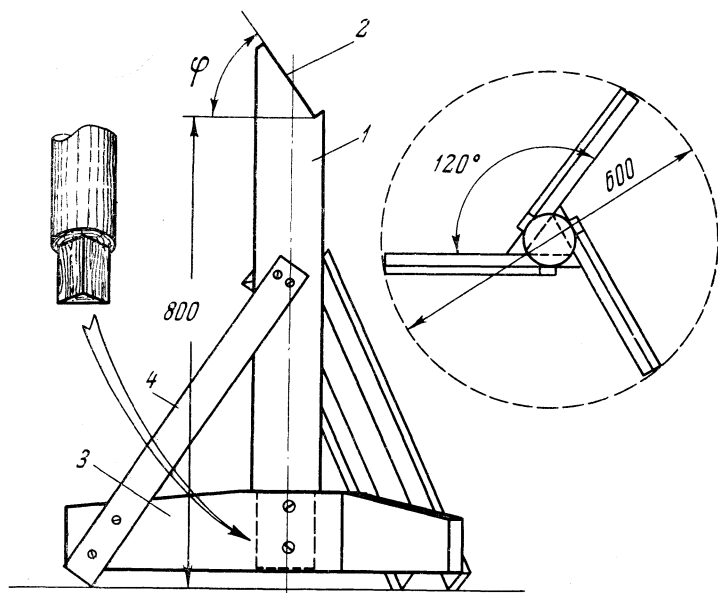


Рис. 7

ли детали деревянные, для шурупов предварительно лучше просверлить отверстия в $2/3$ диаметра самих шурупов. В случае пластмассовых или текстолитовых деталей для винтов нужна такая резьба, чтобы они входили в нее туго.

Любительскими средства-

ми может быть сделана более совершенная параллактическая головка. В качестве «осей» используется проточенный на станке или готовый калиброванный стальной стержень (1, рис. 6), или толстостенная трубка с фланцем на одном конце (эта деталь отдельно изображена в

нижней части рисунка). Подшипники трения 2 удобнее сделать из толстого листового текстолита толщиной 16—20 мм, дюрала или, в крайнем случае, из прочного дерева. Для фиксации трубы один из зажимных винтов на каждом подшипнике снабжается барашком 3. При сборке на оси надо надеть текстолитовые шайбы 4. Оси и противовес 6 закрепляют согнутыми из полоски металла хомутиками с винтами 5.

Простой штатив (рис. 7) состоит из толстой деревянной стойки 1, верхний конец которой 2 срезан под углом, равным φ . К плоскости среза крепится площадка часовой оси. К нижней части стойки прибавляют ножки 3, укрепленные укосами 4. Выступающие вниз концы укосов — точки опоры штатива. Такого типа штатив можно сделать также и металлическим. Если телескоп не переносной (стационарная установка), штатив заменяется кирпичной колонной или простобревном, врытым в землю.

А. Н. ПОДЪЯПОЛЬСКИЙ

СОВЕДУЕМ ПРОЧИТАТЬ

«АСТРОФИЗИКА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ»*

В этой книге очень кратко изложены методы и результаты исследования Солнца, межпланетной среды, комет, метеоров, метеоритов, астероидов и планет солнечной системы. Основные

разделы книги снабжены библиографическими указателями. В примечаниях, сделанных при переводе, сообщаются новейшие сведения, опубликованные в периодической печати примерно до середины 1966 г.

Авторы книги стремились создать пособие для студентов, изучающих астрофизику солнечной системы, и справочное пособие для непрерывно растущего круга

людей, занимающихся проблемами физики космического пространства. Однако круг читателей книги может быть и более широким. Композиция книги, отбор материала и стиль изложения таковы, что в качестве справочного пособия книга окажется полезной преподавателям астрономии, лекторам, а также наиболее подготовленным любителям астрономии.

* Дж. Брандт и П. Ходж «Астрофизика солнечной системы», перевод с английского под редакцией Г. А. Лейкина, издательство «Мир», 1967.

СОВЕДУЕМ ПРОЧИТАТЬ

Пленум Центрального совета Всесоюзного астрономо-геодезического общества

25—27 января 1967 г. в Москве состоялся очередной пленум Центрального совета Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО). Центральный совет обсудил доклад президента ВАГО профессора Д. Я. Мартынова о деятельности общества за истекший год и перспективный план работы на предстоящее пятилетие, о котором рассказал ученый секретарь ВАГО доцент М. М. Дагаев.

В 1966 г. общество имело отделения в 50 городах, насчитывало более 4 000 членов и 120 членов-коллективов. Успешно работали все секции: астрономическая, геодезическая, массовая, юношеская, учебно-методическая и редакционно-издательская.

ВАГО — единственное научное общество, которое объединяет не только специалистов-профессионалов, но и многочисленных любителей астрономии. Поэтому астрономическая секция большое внимание уделила организации научно-любительских наблюдений. На состоявшемся перед пленумом совещании астрономической секции ВАГО были разработаны программы и рекомендации, направленные на повышение научного уровня самостоятельных наблюдений. Председатель астрономической секции профессор В. В. Радзиевский подчеркнул, что, помимо традиционных наблюдений: метеоров, переменных звезд, серебристых облаков и т. п., теперь любите-



лям предлагается испытать свои силы в радиоастрономических наблюдениях, в поисках метеоритных кратеров, в обработке фотографических материалов крупных обсерваторий. По всем видам новых работ предполагается издание программ и инструкций. Намечено организовать ряд экспедиций для наблюдения полного солнечного затмения 22 сентября 1968 г.

Геодезическая секция ВАГО (председатель доцент В. Д. Большаков) провела ряд мероприятий по объединению творческих усилий геодезистов, работающих в различных предприятиях, проектных и изыскательских организациях. Особое внимание уделялось вопросам инженерной геодезии и организации геодезических служб в строительстве. Учебно-методическая секция (председатель профессор Р. В. Куницкий) продолжала добиваться улучшения и расширения преподавания астрономии в средней и высшей школах.

В отчете массовой секции (председатель К. А. Порцевский) были приведены многочисленные факты, говорящие об усилении пропаганды астрономических и атеистических знаний среди населения. Почти все отделения ВАГО принимали участие в чтении публичных лекций, в работе местных планетариев, в организации массовых наблюдений. Характерным для настоящего времени явлением стало строительство народных обсерваторий. Об одной из них, обсерватории «Юность», построенной в г. Уфе, сообщил в своем докладе председатель Башкирского отделения ВАГО П. М. Житников. Народные обсерватории являются одной из самых действенных форм распространения научных знаний. Учитывая это, Всесоюзное астрономо-геодезическое общество оказывает всемерное содействие развитию системы обсерваторий. По инициативе ВАГО Одесский инженерно-строительный институт сейчас ведет разработку нескольких типовых проектов народных обсерваторий.

Оживленную дискуссию на пленуме вызвало предложение председателя юношеской секции ВАГО В. В. Мартыненко об организации общесоюзного общества юных любителей астрономии. Огромное количество астрономических кружков в школах, дворцах пионеров, детских технических станциях, планетариях остро нуждается в организационном объединении и методической помощи.

Школьная молодежь составляет значительную часть людей, активно интересующихся астрономией и принимающих участие в научных наблюдениях, организуемых ВАГО. Она является потенциальным источником научных кадров.

Пленум признал необходимым значительно усилить работу ВАГО с молодежью и проводить эту работу в контакте с органами просвещения и комсомольскими организациями.

Широкую известность среди астрономической общественности приобрели издания ВАГО. В 1966 г. так же, как и в предыдущие годы, общество выпускало информационные сообщения, инструкции по различным видам наблюдения; вышли из печати сборники «Любительское телескопостроение» (вып. 2), «Метеорная материя в атмосфере Земли», «Астрономический календарь на 1967 г.». По инициативе ВАГО создан новый научный журнал «Астрономический вестник» (ответственный редактор профессор В. В. Федынский). Подготовлена к выпуску «Карта Луны» И. И. Катяева с пояснительным текстом В. А. Шишакова (см. «Земля и Вселенная», № 2 за 1966 г., стр. 96).

По установившейся традиции на одном из заседаний пленума участники заслушали ряд научных докладов по актуальным вопросам. Из них наибольший интерес вызвали доклад профессора А. И. Лебединского о результатах изучения лунной поверхности космическими станциями «Луна-9» и «Луна-13» и доклад А. П. Полежаева о применении искусственных спутников в геодезии.

Пленум утвердил решение экспертной комиссии (председатель профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов) о присуждении поощрительных премий ВАГО за лучшие работы по любительской астрономии. В 1966 г. I премию получил Н. И. Гришин (Московское отделение) за цикл работ по изучению серебристых облаков; II премия вручена П. П. Аргунову (Одесское отделение) за создание новой системы катадиоптрического телескопа; III премия — А. Н. Подъяпольскому (Московское отделение) за работы по конструированию самодельных телескопов. Грамотами Центрального совета ВАГО за многолетнюю активную работу награждены председатель Башкирского отделения ВАГО П. М. Житников и организатор обсерватории «Юность» Г. Д. Туев.

ХИМИЧЕСКОЕ РАСТЕНИЕ

ЯН УИЛЬЯМСОН

Поврежденный космолет «Персефона» садится на поверхность незнакомой планеты. Сигнал бедствия принимают два других космолета и устремляются на помощь, но в указанном месте они «Персефону» не находят. Бриттхауз — командир одного космолета — обратил внимание на холм, очертания которого напоминали «Персефону». При осмотре холма ничего, кроме очень густых и высоких зарослей, обнаружить не удалось...*

Бриттхауз был несколько обескуражен. Единственным ключом к разгадке исчезновения «Персефоны» оставался странный островок растительности. Бриттхауз считал, что заросли и непонятные цветные озера каким-то образом связаны с пропажей корабля. По всей видимости, надо было проводить всесторонние биологические исследования, чтобы получить необходимую информацию о природе и свойствах здешних растений. Капитан не верил, что на этой планете обитали какие-либо животные — не говоря уже о разумных существах. Планета явно переживала начало силурийской эры, и имелись все основания думать, что на такой ранней стадии животных здесь нет даже в воде. На многих планетах, достигших в своей эволюции последней стадии каменноугольного периода, животный мир отсутствовал.

...Шансы на свидание с Дженни явно уменьшались. Уже прошло полдня из трех суток, которые оставались в его распоряжении, а поиски пока ни к чему не привели. С присущей ему способностью к резким переходам Бриттхауз, стряхнув с себя состояние сосредоточенной задумчивости, превратился в шумный сгусток энергии. За пять минут он набросал план сверхбыстрого обследования местности, а десятью минутами позже немногочисленный экипаж «Ганнибала», разбитый на три группы, неистово трудился над его выполнением.

В сумерках после изнурительного и полного неожиданностей дня группы встретились около устья реки на берегу моря, недвижно спавшего под тяжелым синим ковром плавающей растительности.

* Окончание. Начало в журнале «Земля и Вселенная», № 3, 1967 г.



— Ну,— сказал Бриттхауз, когда люк закрылся за ним,— давайте послушаем вас, Майк.

— Я думаю, что эта долина ледникового происхождения,— начал Майкельсон,— но впоследствии ее сильно размыло водой. В верховьях долины, где кончается растительность, явно спускался ледник: там крутой обрыв и водопад. Геологическое прошлое озер загадочно: они могли быть моренного происхождения, если бы не их удивительно правильная форма. Насчет нижней части долины трудно сказать что-нибудь определенное. Она сплошь покрыта растительностью, которая подступает вплотную к каждому из озер. Кажется, эти растения покрывают даже их дно. Общая геологическая картина местности довольно проста. Это часть очень старого разрушенного плоскогорья, одного из наиболее древних материковых массивов планеты. Возможно, этим и объясняется, что самые крупные заросли — именно здесь. Насколько я могу судить, нигде на планете, кроме этого района, растительность на побережье и в устьях рек не заходит на сушу дальше нескольких метров от берега.

— Это надо будет иметь в виду,— сказал Бриттхауз.— А что у вас, Боб?

— Просто подтвердилось наше утреннее предположение: вся здешняя растительность — тесно переплетенная масса стеблей. Отдельных растений нет: вся заросль — одно гигантское растение. То же самое можно сказать и о морской растительности. Ее стебли выходят на побережье и в устье реки. Заросли в долине — продолжение морской растительности. Только в море листья больше и темнее. Вот и вся разница. А вы что нашли, Бритт?

— Одну странную вещь. В море растение плавает на поверхности, а в озерах оно стелется по дну.

— Плотность морской воды выше,— заметил Боб.

— Конечно, этим можно объяснить, почему стебли тонут. Но почему они растут на дне? Они растут и вокруг озер. Вода из одного озера просачивается в другое через многометровые заросли.

— А что вы скажете о цвете самих озер? Это самая поразительная особенность всего ландшафта, когда смотришь с высоты.

— Вблизи это не производит такого сильного впечатления,— сказал Бриттхауз,— но вода, безусловно, окрашена, и в каждом озере ее цвет разный. Завтра мы пройдем к ним и возьмем пробу воды из озер и образцы растительности. А потом сделаем анализы. Я понимаю, что это занятие может показаться далеким от главной нашей цели. Но думаю, что если мы сможем докопаться до разумного объяснения существования этих озер, то найдем ключи и к загадке исчезновения «Персефоны». — Он повернулся к радисту: — Вы записали все это на пленку?

— Да, сэр.

— Хорошо. Проверьте запись и пошлите копию командору Джэппу с моими наилучшими пожеланиями.

Ответ командора, полученный на следующее утро, был явно оскорбительным. Джэпп уведомлял капитана Бриттхауза, что не интересуется ботаническими исследованиями планеты, и советовал приберечь эту информацию для соответствующих организаций. Но, по правде говоря, командор был обеспокоен. Действия экипажа «Ганнибала» не ускользнули от его внимания, и его мучило подозрение, что Бриттхауз может преподнести ему неприятный сюрприз. В памяти всплывали не раз слышанные услужливые предупреждения о низкой хитрости офицеров Планетной службы. Джэппу ужасно не хотелось, чтобы они совали свои любопытные носы в дела, которые их не касаются. Тем не менее он чувствовал, что надо что-то предпринять или хотя бы предложить более обстоятельную версию исчезновения «Персефоны».

Бессонная ночь оказалась бесплодной. Но ему и в голову не пришло посоветоваться со свсими офицерами. Подсознательно Джэпп был убежден, что раз он командир, то, само собой разумеется, именно он лучше всех может решить эту проблему. Холодный душ и отличный завтрак вернули ему бодрость. Он решительно взялся за перо и изложил суть дела по всем правилам эвклидовских доказательств.

«1. «Персефона», легкий крейсер серии IX, 8000 тонн совершила посадку с вышедшими из строя двигателями около явно искусственной водной магистрали, причем энергии у крейсера хватило лишь на передачу одного сигнала бедствия.

2. Менее чем через двадцать часов «Персефона» исчезла. Никаких следов борьбы или использования каких-либо машин для перевозки крейсера нет, если не считать того, что на месте, где, по предположению, села «Персефона», имеется небольшой участок с более высокой растительностью. (Он не постеснялся воспользоваться информацией Бриттхауза.)

3. Поэтому можно сделать вывод, что корабль переезели по воздуху, а указанный участок растительности — свидетельство попытки наспех замаскировать то место, где корабль смял заросли.

4. Отсюда следует, что мы столкнулись с враждебными и организованными разумными существами, которые обладают определенными техническими возможностями.

5. Согласно Уставу — раздел XVI, глава 433, параграф 28673 — в подобных случаях категорически запрещается предпринимать какие-либо действия силами менее, чем в три корабля и предписывается вызвать флот из ближайшего Сектора вселенной».

Логичность выводов вроде бы не вызывала сомнений, однако, учитывая активность Бриттхауза — черт бы его побрал,— следовало попытаться дать более

подробное объяснение. Почему похитили «Персефону»? Допустим, что ее не похитили, а уничтожили там, где она села, и выжженный участок местности наспех привели в порядок. Пожалуй, это казалось еще более вероятным. Но почему? Можно предположить, что искусственный канал является религиозной святыней и его создатели уничтожили «Персефону» в припадке ярости, а затем, испугавшись последствий, пытались скрыть следы злодеяния. Джэпп испытал внезапный прилив радости — загадка решена! Следующий шаг не вызывал сомнений. Как только прибудет флот Сектора, они в порядке возмездия сотрут всю долину с лица планеты. Это неизбежно заставит убийц вылезти из своих убежищ, и флот Сектора станет хозяином положения.

Социологический совет, конечно, начнет протестовать, но будет уже поздно. Он хихикнул, представив себе, насколько глупо будет выглядеть Бриттхауз со своим подробным ботаническим описанием выжженной долины.

Джэпп составил официальное донесение, в которое включил эти выводы, и передал его флоту, мчавшему к планете. После минутного размышления он решил направить копию Бриттхаузу. Этот молокосос, послав копии своих донесений, вынудил его поступить точно также. «Впрочем, это не так уж плохо, — удовлетворенно подумал Джэпп. — Наверно, донесение заставит Бриттхауза прекратить бессмысленную возню на поверхности планеты».

Бриттхауз, возглавивший поисковую группу, готовился покинуть остановившийся в начале долины вездеход, когда радист принял донесение Джэппа. Сержант Дэвис вытянул ленту из аппарата и передал ее капитану. Тот дважды прочел радиোগрамму, отдал ее Майкельсону и Бобу и в бессильной ярости опустил на сидение.

— Ну что еще можно ожидать от этих ослов из Межпланетной службы? У них на все один рецепт — давайте бахнем как следует и покажем, кто здесь хозяин. Черт с ними, мы все-таки спустимся в эту долину, и, пока мы не кончим наши «ботанические исследования», им придется подождать открывать пальбу. Ну почему они суют свой нос в дело, которым должна заниматься Планетная служба?

— Но ведь не будет же флот Сектора действовать, основываясь только на предположениях Джэппа? — наивно возразил Боб.

— Будет, если мы не найдем «Персефону». Хотя бы для того, чтобы поддержать престиж Джэппа. Вы просто не знаете этих золотопогонников. — Бриттхауз нетерпеливо встал и вышел из вездехода.

Экспедиция подошла к границе растительности и остановилась на краю крутого склона. Внизу огромной темно-синей чашей раскинулась долина. На дне ее блестело и плескалось желтое озеро, невысокие

волны лимонного цвета искрились и пенились среди синих зарослей. Следом на синем фоне резко выделялось красное озеро, дальше виднелись синее и зеленое, а у самого берега ярко-синего моря можно было разглядеть пурпурное пятно — пятное, последнее озеро.

— Никогда не привыкну к этому зрелищу, — промолвил Боб Крофтон, — прямо-таки голова начинает болеть каждый раз, когда гляжу на них. Вы много сделали снимков, Майк? Если Джэпп и его шайка выжгут все это дотла, хотелось бы иметь доказательства, что это не галлюцинация.

— Хватит вам судачить. Идите-ка сюда. — Бриттхауз позвал спутников к небольшому ручью, сбегавшему с голых холмов. Сквозь расселину, проточенную водой в скале, ручей бурно устремлялся по крутому естественному склону в желтое озеро. Длинные синие стебли, лишенные листьев, тянулись вдоль русла ручья, цепляясь за каждую выемку, за каждую расщелину.

— Доводилось вам когда-нибудь видеть подобную долину в столь древнем геологическом районе? — спросил Бриттхауз.

Майкельсон окинул взглядом крутые склоны ущелья.

— Нет. Она выглядит так, словно ее кто-то вырезал в скалах, впрочем склоны чересчур неровные, — сказал он наконец. — Да и кому нужно было ее выдалбливать? А вы думаете, что Джэпп в конце концов прав?

— Пока не знаю, — ответил Бриттхауз, — но начинаю думать, что во всяком случае эта долина не совсем «естественная».

Он спустился по склону в ущелье, осторожно нащупывая выступы в скале и хватаясь перчатками за крепкие синие стебли. Нагнувшись, чтобы срезать кончик усика, который отвечался от стебля, Бриттхауз приподнял переплетенную массу растений с их каменистого ложа и замер: под ними на поверхность выходила рудная жила — иссиня-черная порода, отливавшая металлическим блеском. Он взял несколько кусочков руды, отколотых усиками-щупальцами, впившимися в трещины на поверхности породы, и выбрался из ущелья наверх.

Показав спутникам кусочки руды, Бриттхауз поручил им осмотреть все ущелье, чтобы выяснить общую протяженность рудной залежи. Лейтенанты недоуменно взглянули друг на друга: Билл Бриттхауз славился своим умением доискиваться до смысла самых невероятных сочетаний фактов, но сейчас, казалось, он зашел чересчур далеко.

Пока лейтенанты выполняли это нелегкое задание, командир, усевшись на краю склона, погрузился в созерцание ущелья. К тому времени, когда его недовольно ворчавшие помощники закончили обследо-

вание, он увидел то, что хотел увидеть, — несколько обломков скалы вместе с кусочками руды сползли вниз по склону расселины и течение унесло их в озеро.

— Ну? — спросил он, когда лейтенанты вернулись.

— Руда залегает по обе стороны ущелья, — доложил Боб. — Жила довольно крупная и тянется практически параллельно руслу ручья.

— Хорошо, — сказал Бриттхауз. — Боб, отвезите эти образцы руды на «Ганнибал» и срочно сделайте спектральный анализ. Я хочу знать, какие металлы содержатся в этой руде. Поторапливайтесь!

Лейтенант ушел в состоянии полнейшего недоумения.

— Вы пойдете со мной, Майк, — продолжал капитан. — Мы возьмем воду из этих проклятых озер и образцы растений. Думаю, что мы, наконец, кое-что нащупали.

Спустя двенадцать часов его уверенность поколебалась. Они работали, как черти: пять часов ушло на стремительную поездку по долине для сбора образцов, семь часов лихорадочного напряжения — на анализ этих образцов в крошечной лаборатории корабля. Полученные результаты кое-что говорили Бриттхаузу. Но как связать все это с исчезновением «Персефоны» — оставалось неясным. Он отправил младших офицеров спать, а сам остался ломать голову над этой проблемой. Чтобы легче думалось, он тоже составил некий набросок, правда, мало напоминавший заметки, которыми пользовался Джэпп.

«1. Руда — хром.

2. Эквивалент хлорофилла — тоже хром.

3. Озера — хром в растворе, а именно: желтое — щелочь; красное — кислота; синее — окись; зеленое — щелочь; пурпурное — промежуточный раствор для эквивалента хлорофилла.

4. «Персефона» — ????

В конце концов он сдался, решив, что сон освежит его мозги. К сожалению, следующее утро принесло ему вместо вдохновения сухое требование Джэппа в течение часа покинуть «окрестности указанного района», поскольку флот Сектора уже приближается к планете и вскоре сможет начать действовать.

— Да будь я проклят, если уйду отсюда! — взревел Бриттхауз. — Сержант Дэвис, готовьте «Дженни». Мы будем разъезжать вверх и вниз по долине, пока Джэпп не почернеет от злости. Я останусь там, пока не докопаюсь до истины, и пусть он испепелит меня, если посмеет!

Через пять минут появился сержант с озабоченным лицом:

— Извините, капитан, — сказал он. — Но боюсь, что «Дженни»... Вездеход вышел из строя.

— В чем дело?

— Коррозия, сэр. Траки гусениц сильно изъедены

ржавчиной, а подшипники так разболтались, что ведущие звездочки заклинило.

— Но ведь этот металл практически не поддается коррозии.

— Я знаю, сэр. Поэтому я и не придал этому значения в первый день. Но сок, который вчера попал в гусеницы, совсем вывел машину из строя.

— Сок? Какой сок?

— Жидкость из растений, сэр. Гусеницы буквально купались в нем эти два дня. Он и разъел их, сэр.

— Боже правый! — воскликнул Бриттхауз. — Ведь есть же такие остолопы!

— Извините, сэр, — упавшим голосом ответил сержант. — Я не думал, что...

— Да я не о вас, сержант! — воскликнул Бриттхауз. — Это я дурак. Все в порядке. Сейчас нам надо взлететь. Мы еще можем выволить их, прежде чем этот полоумный Джэпп откроет пальбу. Передайте-ка мне управление, Майк. Нельзя терять ни секунды.

— Вы знаете, где находится «Персефона»? — спросил удивленный Майкельсон.

— Конечно, — ответил Бриттхауз, широко улыбаясь, — на дне красного озера.

На этом разговор прервался: «Ганнибал» с ревом взвился в воздух и, описав дугу над долиной, резко нырнул к зеленому озеру. Бриттхауз развернул корабль, нацелившись на водопад ручья, вытекавшего из красного озера.

Боевой расчет заряжал две торпеды в аппараты, когда прибыла радиogramма из Межпланетного флота, подписанная самим адмиралом. В ней повторялось требование Джэппа и указывалось, что, если Бриттхауз откажется подчиниться, об этом будет доложено «соответствующим властям».

Капитан медлил ровно столько, сколько требовалось для включения и настройки верхних видеоустановок. На экране появились вереницы кораблей Межпланетного флота, уходящие в темно-синюю даль.

— Черт возьми, они шикарно выглядят, — признал Бриттхауз. — Одному Сириусу известно, какие болваны сидят там внутри, но корабли они строят красивые. Просто жаль портить им настроение. Готовы! Огоны!

Когда две торпеды замедленного действия врезались в берег красного озера, корабль, взревев двигателями, метнулся в сторону.

Через пятнадцать секунд берег вздыбился гигантским гейзером воды и дыма. Часть его исчезла. Плотина, образованная зарослями, лопнула, и напор хлынувшего потока разметал ее в стороны. Вода из озера устремилась в брешь, пробитую взрывом.

— Должно получиться красиво, — сказал Бриттхауз. — Смотрите туда, где встретятся воды двух озер.

Он был прав. Мало сказать красивое — это было великолепное зрелище. Там, где красная вода сме-



шивалась с синей, вздымались огромные клубы пара, бурлили фонтаны кипящей жидкости, коричневой и зеленой грязи. Растительность клочьями разлеталась в стороны. Нижнюю часть долины заволокло густым клубящимся туманом. В этот момент встревоженный радист доложил, что на телевизионном экране появился сам адмирал флота Сектора и желает поговорить с капитаном Бриттхаузом.

На лице адмирала было начертано ледяное презрение.

— Я должен предупредить вас, капитан Бриттхауз,— сказал он,— что об этой ребяческой попытке предвосхитить мои действия также будет доложено вашему командованию. Не будете ли вы настолько добры, чтобы без промедления убрать свой корабль из района обстрела?

Бриттхауз нервно сцепил пальцы под столом — что, если он ошибся? Не обращая внимания на экран телевизионной связи, он напряженно всматривался в изображение на переднем видеофоне. Увидев то, что ожидал, он с ангельской улыбкой повернулся к адмиралу.

— Благодарю вас за исключительно ценное сотрудничество, сэр,— сказал он.— Я хотел бы попросить вас не открывать огонь еще несколько минут, пока объект, который сейчас уже можно увидеть во втором озере, не будет опознан со всей определенностью.

Затем он отключил телевизионную связь и посадил «Ганнибал» на берег обмелевшего красного озера. В центре зеркала воды возвышался длинный грязный предмет, густо покрытый темно-коричневыми листьями и стеблями. Но его очертания спутать было невозможно — это была «Персефона»!

Вода сошла. Теперь можно было видеть весь корабль. Растения гирляндами свисали с него, обшивка была помята и покрыта ржавчиной, места его внешний корпус проржавел насквозь.

— О, боже! — простонал Майкельсон, — наверное, там никто не уцелел!

Не успел он договорить, как сквозь внешнюю обшивку корабля показался кончик лома. Вскоре люди, находившиеся внутри, пробили большое отверстие в разъеденном ржавчиной металле. Фигуры в скафандрах, спотыкаясь о мокрые стебли растений, двинулись к капитану «Ганнибала».

Бриттхауз дождался, пока первый человек выбрался на берег. Он пожал ему руку, похлопал по спине и приложился своим шлемом к его шлему, чтобы сказать пару дружеских слов. Затем Бриттхауз махнул рукой по направлению к флагманскому кораблю Межпланетного флота, который в этот момент величественно опускал свой гигантский корпус позади

маленького «Ганнибала», и забрался в люк. Меньше чем через две минуты «Ганнибал» превратился в таящую в небе точку.

— Все очень просто,— рассказывал Бриттхауз своим помощникам.— В некотором смысле старина Джэпп был все же прав. «Персефона»-таки действительно была передвинута организованной разумной жизнью.

— Как?... Откуда вы это взяли?

— Это растение,— ответил он,— первый во вселенной вид растительности, способный мыслить.

Но его подчиненные не собирались принять на веру подобное утверждение.

— Это растение — разумно? — обрушились они на командира.— Откуда это известно? Оно же ничего не делает!

— А что должно, по-вашему, делать разумное растение? — спросил их Бриттхауз,— носить при себе диплом? Или вытаскивать корни из почвы и разгугливать, выдавая себя за животное? Разумное растение остается растением, кретины вы такие! Оно делает все, что необходимо делать всякому уважающему себя растению — оно ест. А растения питаются минералами. Этому растению не хватало хрома, который нужен для здешнего «хлорофилла». Поэтому оно двинулось из моря на поиски, вверх по течению реки, пока не обнаружило нетронутые залежи хромовой руды. Затем оно занялось ее добычей и превратило реку в химический завод по переработке руды. Озера были его промывочными чанами и цистернами. А кислоты и щелочи оно производило своими специализированными клетками.

— Что же произошло с «Персефой»?

— Какое-то время я ничего не мог понять. Затем оказалось, что сок растения разъедает хромированную сталь. «Персефона», надо думать, выдавила немало сока, когда села на заросль. Растение вскоре осознало тот факт, что к нему в гости прибыл колоссальный кусок металла, содержащий большое количество хрома. К тому же, он расположился совсем рядом с кислотным чаном. Растение напряглось, ускорило процессы роста и скатило этот божий дар прямо в чан, чтобы растворить его!

— Хорошо, что мы вовремя осушили озеро,— сказал Боб.

— Растение ничем не угрожало людям,— ответил Бриттхауз.— У них были запасы воздуха и продовольствия на несколько недель. Наверно, выходные люки заклинило, поэтому они не могли выбраться из корабля. Во всяком случае, им надо было про-

сто ждать, пока растение не освободит их, растворив корпус, а затем доплыть до берега в скафандре. Для них опасен был этот чертов «грек», Джэпп. Мощные излучатели флота сварили бы их живьем за десять минут.

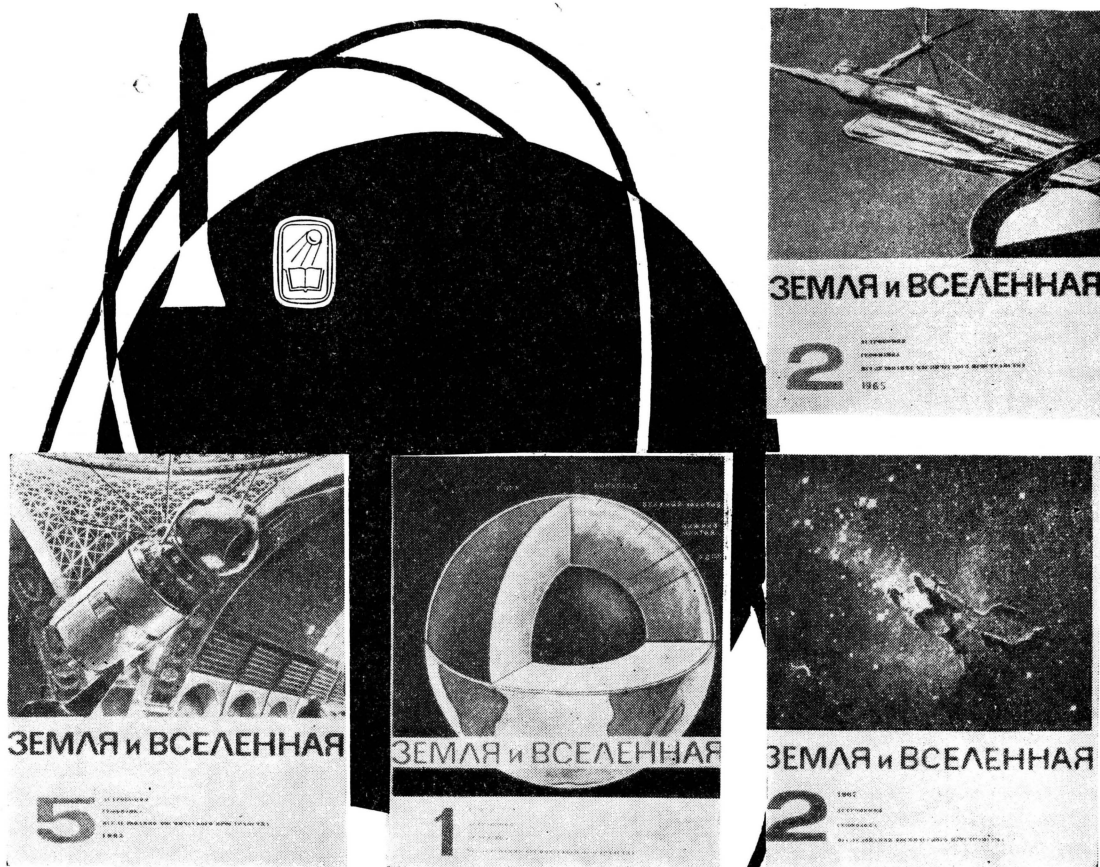
— Грек? — переспросил Майкельсон. — А что, он и вправду грек?

— О, разве вы не знаете? — засмеялся Бриттхуз. — Тогда слушайте. Собрались однажды несколько греческих мудрецов — это было во времена Аристотеля. Они просидели всю ночь и яростно спорили о том, сколько во рту лошади зубов. Не сумев прийти к единому мнению, они вышли на улицу, остановили прохожего — это был араб — и уговорили его

рассудить их спор. Араб внимательно выслушал все доводы, а затем, не сказав ни слова, ушел. Через несколько минут он вернулся и сказал им, сколько должно быть зубов. «Как вы решили эту проблему? — изумленно воскликнули мудрецы. — Чьи доказательства были лучше, чья логика была сильнее?» «При чем тут логика, — возразил араб. — Я просто сходил на конюшню и пересчитал зубы у лошади».

Перевод с английского
Б. И. КОЛТОВОГО и Ю. И. ЛОГИНОВА

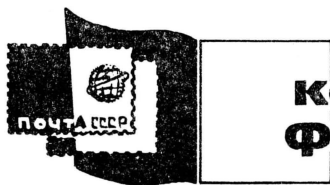
Рисунки А. К. СОКОЛОВА



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
НА ЖУРНАЛ

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

1968
ГОД



КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

СОВЕТСКИЕ МАРКИ ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ АНТАРКТИДЫ

В разделе «Космическая филателия» мы будем помещать материалы также и по геофизике. В этой заметке мы расскажем о марках, посвященных исследованиям Антарктиды.

В памятное январское утро 1956 г. дизель-электроход «Обь» — легендарный флагман Первой советской антарктической экспедиции — бросил якорь у берегов ледового материка. В ознаменование десятилетнего юбилея этого события Министерство связи СССР недавно выпустило оригинальную серию из трех марок. Они немедленно привлекли внимание советских и зарубежных филателистов. Эти марки, иллюстрирующие наши достижения в области антарктических исследований, отличаются оригинальным и ярким полиграфическим исполнением, а также необычностью компоновки. На листе размещено восемь серий — 24 крупноформатные марки, каждая номиналом в 10 коп. Каждая серия образует своеобразный разноцветный блок — прямоугольный треугольник с катетами длиной в 100 мм. Одна марка серии — квадратная, две другие имеют форму прямоугольного треугольника. Треугольные марки соседних серий расположены в стиле «тет-беш» и сцеплены между собой зубцовкой по линии гипотенузы. На одной треугольной марке серии изображено экспедиционное судно «Обь», а на переднем плане императорские пингвины, коренные обитатели Антарктиды; на другой — современные специальные антарктические вездеходы на фоне полярного сияния. Наибольший познавательный интерес представляет третья, квадратная марка. На ней напечатана миниатюрная географическая карта ше-

стого континента с обозначением всех южнополярных научно-исследовательских станций, причем советские станции отмечены красными звездочками. Указано также местоположение полюсов Южного, Недоступности, Холода, Геомагнитного, Магнитного. В верхнем углу марки расположен вымпел, на котором написано: «В СССР создан первый атлас Антарктики». Любопытно, что текст этой марки состоит из 33 слов и числовых значений, а на крохотной карте обозначены 40 научных станций! Серия сделана по рисункам художника Ю. Ряховского.

Это не единственные марки в антарктическом разделе советской филателии. Первые почтовые миниатюры, рассказывающие о вкладе отечественных ученых в изучение Антарктиды, появились значительно раньше. В 1950 г., когда отмечалось 130-летие открытия Антарктиды русской экспедицией Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева, была издана специальная серия из двух марок по рисункам известного мастера миниатюрной графики В. Завьялова. На одной из них изображены портреты Беллинсгаузена и Лазарева на фоне земного шара с маршрутами первооткрывателей Антарктиды, а на другой — трасса экспедиции на шлюпах «Мирный» и «Восток». Эту серию уже сейчас филателисты считают довольно редкой.

В последующие годы филателистическая подборка «Антарктика» пополняется новыми почтовыми знаками. 22 октября 1956 г., незадолго до отплытия Второй континентальной антарктической экспедиции, возглавленной А. Ф. Трешниковым, на Московском почтамте появляется интересная многокрасочная миниатюра под названием «Советская антарктическая экспе-



диция». На этой марке, сделанной по рисунку художника Е. Гундобина, изображена миниатюрная карта шестого континента и прилегающих к нему южнополярных морей. На карте флажками обозначены первые три советские полярные станции: Мирный, Оазис и Пионерская. Ниже, на фоне огромных айсбергов, показаны экспедиционные корабли и традиционные императорские пингины. Любопытно сравнить эту марку с маркой 1966 г., о которой мы рассказали в начале заметки. Как много сделано за десятилетие!

Через три года филателисты, собирающие марки на эту тему, были вновь обрадованы. 18 августа 1959 г. в почтовых окошках появилась миниатюра под названием «Антарктида» из серии «Международное геофизическое сотрудничество». На ней показан запуск метеорологического шарозонда и оборудование южнополярной станции. Художник И. Левин не мог устоять перед соблазном показать и здесь императорского пингвина, удачно дополняющего антарктический пейзаж.

В 1963 г. была издана серия из четырех марок под общим названием «Антарктида — континент мира». На одной из них изображен дизель-электроход «Обь» на фоне контурной карты и полярного сияния, на другой — поход санно-тракторного поезда к полюсу Недоступности и карта всего маршрута, начатого от поселка Мирный. Третья марка посвящена трансконтинентальному перелету из Москвы в Мирный советских воздушных лайнеров. На последней — показан промысел китов советской китобойной флотилией в водах Антарктики. Марки выполнены по рисункам художника Е. Анискина. В день выхода этой серии (16 сентября) на Московском и Международном почтамтах впервые производилось специальное гашение штемпелем «Первый день».

Наконец, в 1965 г. Министерство связи СССР выпустило серию из пяти марок, посвященных исследованию и освоению Арктики и Антарктики. Одна из марок этой серии отмечает 145-летие открытия Антарктиды. Здесь изображены парусные шлюпы «Мирный» и «Восток» у берегов южного материка. Номинал марки 10 коп. На другой марке (номинал 16 коп.) показан общий вид советской южнополярной станции «Восток».

В. А. ОРЛОВ



Двойной юбилей

Вопросы физики моря *

Когда с катера Ялтинского порта на пустынный мыс Кацивели у южной оконечности Крыма (близ Симеиза) высадился «научный десант», здесь решили организовать постоянные исследования моря по новой программе. Так в 1929 г. была заложена Черноморская гидрофизическая станция (ЧГС), из которой в дальнейшем вырос Морской гидрофизический институт (МГИ) — два научных учреждения, сыгравших главную роль в создании и развитии отечественной физики моря. Ныне ЧГС — это основная экспериментальная база института, его Черноморское отделение. О большом пути, пройденном этими исследовательскими учреждениями, о решенных задачах термике моря, его динамики, оптики, электромагнитных явлений в море и о современных проблемах физики моря говорилось на сессии Морского гидрофизического института, посвященной 35-летию ЧГС.

«Научным десантом» в Кацивели в 1929 г. командовал Василий Владимирович Шулейкин — основатель ЧГС и МГИ. Докладом академика В. В. Шулейкина «Тридцать пять лет с начала ра-

боты ЧГС» открылась юбилейная сессия Морского гидрофизического института; со статьи В. В. Шулейкина, излагающей этот доклад, и начинается рецензируемый сборник.

Оптика моря — это оптика мутных сред; такие работы интересны и для атмосферной оптики, и для некоторых задач астрофизики (вспомним исследования по оптике мутных сред, опубликованные академиком В. А. Амбарцумяном и удостоенные Государственной премии), и для других задач, в которых изучаются закономерности распространения света в рассеивающих и поглощающих средах. Трудami В. В. Шулейкина еще в 20-х годах было положено начало современному этапу в развитии оптики моря. На данной сессии этому крупному разделу физики моря были посвящены доклады сотрудников Морского гидрофизического института АН УССР, а также и других родственных учреждений. О результатах экспериментального изучения светового поля в мутных средах, а также о подводной освещенности в Черном море и ее связи с планктоном рассказывалось в докладах Г. Г. Неуймина, Ю. А. Аникина, В. А. Тимофеевой.

Связи гидрооптических характеристик моря с гидробиологическими явлениями многообразны,



Академик В. В. Шулейкин

их изучение имеет и большое практическое значение, в первую очередь для рыбного хозяйства. Обнаружено резкое возрастание коэффициента экстинкции в сравнительно тонком слое. Наличие в море такой мутной прослойки толщиной 2—5 м связано, по-видимому, со скоплениями планктона. Как правило, этот замутненный слой лежит на слоях с максимальным температурным градиентом (точнее, на слоях с наибольшей плотностью). А эти последние, по мнению некоторых гидробиологов, являются своеобразной преградой для различных видов зоопланктона. Одна из основных причин суточной миграции планктона — суточные изменения освещенности моря, зависящие от высоты солнца.

* Вопросы физики моря (труды юбилейной сессии). «Науковед», Киев, 1966 г.

Сессия МГИ была вдвойне юбилейной: в дни ее работы научная общественность отмечала семидесятилетие со дня рождения Василия Владимировича Шулейкина. На сессии было заслушано специальное сообщение о научной деятельности юбиляра. Л. А. Корнева выступила с докладом «Василий Владимирович Шулейкин (к семидесятилетию со дня рождения)».

Для В. В. Шулейкина характерны широта и многообразие научных интересов. Смело ставя задачи, глубоко проникая в существо физических процессов, говорит докладчик, он умеет выделить главное в сложных явлениях природы и решить задачу самым простым и ясным методом.

В. В. Шулейкин — пионер в большинстве разделов физики моря. Им созданы физическая теория распространения света в море, теплового взаимодействия материков и океанов, тепловых процессов в море, ветровых волн, электромагнитных явлений в океанах.

Родился В. В. Шулейкин 13 января 1895 г. в Москве в семье служащего. В 1917 г. окончил Высшее московское техническое училище и был оставлен при нем для подготовки к профессорской деятельности. С 1918 г. работает в Институте физики и биофизики. В 1921 г. Василий Владимирович Шулейкин столкнулся с первой задачей физики моря — происхождением спектра света, исходящего от поверхности моря. Ему удалось получить первое общее уравнение спектральной кривой «внутреннего света», исходящего из моря. Одновременно с В. В. Шулейкиным уравнение спектральной кривой было выведено индийским физиком Чандraseкхара Раманом, однако лишь для частного случая чистомолекулярного рассеяния света в идеально прозрачных водах океана.

В первых же морских экспедициях В. В. Шулейкин начал ис-

следовать морские волны, а в 1935 г. он создал теорию рефракции волн на материковой отмели, послужившую основой необходимых гидростроителям практических методов расчета волн на мелководье.

Разработанный В. В. Шулейкиным метод расчета волн применяется теперь в качестве государственного стандарта при расчетах для нужд портостроения и мореплавания.

Самый широкий раздел исследований В. В. Шулейкина относится к тепловым явлениям в океане и атмосфере над океаном, над материками, к вопросам взаимодействия между океаном, атмосферой, материками. Тепловые явления в океане и атмосфере неотделимы от явлений динамических. В. В. Шулейкин использовал термодинамическое представление о тепловых машинах. Он подметил четыре рода таких тепловых машин. Машины первого и второго рода в атмосфере питаются солнечной энергией за счет теплоотдачи подстилающей поверхности: нагревателями служат тропические пояса планеты, а в зимнее время — моря и океаны; холодильниками — высокоширотные льдистые, а в зимнее время — материки. Машины третьего и четвертого рода расположены в стратосфере, питаются солнечной энергией за счет теплового различия воздушных масс стратосферы, обусловленного разным радиационным тепловым балансом воздуха над широтными поясами и над океанами и материками. Режим работы тепловых машин всех четырех типов определяет климат, а колебания режима — погоду. Колебания режима чаще всего проявляются в форме термобарических сейш (стоячих волн) в нижнем слое атмосферы. Интегрируя приближенное дифференциальное уравнение этих волн, В. В. Шулейкин показал, что мощные термобарические сейши могут возникать круглый год в ат-

мосфере над Атлантическим океаном (в одной фазе) и над Европой (в противоположной фазе). Эти выводы хорошо иллюстрируются исследованиями Сандстрема. Впоследствии другими авторами было подтверждено систематическое генерирование стоячих волн давления над Атлантическим океаном и Европой, причем, по мнению некоторых авторов, существует связь между амплитудой волн и корпускулярной активностью Солнца.

Много лет назад В. В. Шулейкин заложил основы молекулярной физики моря. Им построена кинетическая теория испарения воды, теория гашения морских волн поверхностными вязкими пленками жирных кислот.

В. В. Шулейкиным открыто очень интересное акустическое явление, известное теперь под названием «голос моря». Это — возникновение инфразвуковых волн в потоках воздуха, обтекающих взволнованную поверхность моря.

На состоявшемся в Черноморском отделении Морского гидрофизического института АН УССР чествовании Василия Владимировича Шулейкина в связи с его семидесятилетием представители многочисленных научных учреждений страны, приветствуя юбиляра, отмечали его большие заслуги во многих областях современной физики моря.

Советское правительство высоко оценило плодотворную деятельность Василия Владимировича Шулейкина, наградив его двумя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени, орденом Красной Звезды, орденом «Знак Почета» и пятью медалями. Василий Владимирович — лауреат Государственной премии (за монографию «Физика моря»), награжден медалью Всесоюзного географического общества.

И. А. ХВОСТИКОВ

Об изготовлении самодельных рефлекторов с металлическим зеркалом

(По поводу одной брошюры *)

В 1965 г. издательство «Мир» выпустило небольшую брошюру К. Л. Стонга «Самодельный телескоп-рефлектор с металлическим зеркалом». Брошюра содержит перевод статьи автора «Как отшлифовать, отполировать и испытать алюминиевое зеркало для телескопа» из журнала «Scientific American» (ноябрь 1963 г.), а также короткую вводную статью члена-корреспондента АН СССР О. А. Мельникова и пояснения к тексту, написанные О. А. Мельниковым и В. В. Титовым.

Появление таких книг можно лишь приветствовать — ведь армия любителей астрономии, строящих своими руками телескопы, растет с каждым днем. Но, увы, эта книжка может принести тому, кто воспользуется ею в качестве руководства, вместо радости большие огорчения.

Обычно любители изготавливают главное зеркало телескопа-рефлектора из стекла, покрывая его затем слоем серебра или алюминия. Но серебро быстро тускнеет, а алюминирование зеркала возможно только в заводских условиях. Эти обстоятельства и побудили некоторых любителей перейти к изготовлению металлических зеркал.

Еще в 1953 г. на страницах «Бюллетеня ВАГО» № 12(19) в статье А. Ф. Панова «Любитель-

ский телескоп» было описано изготовление главного зеркала из алюминия. Некоторые любители телескопостроения, в том числе один из авторов настоящей заметки (М. М. Шемякин), попробовали сделать такое зеркало и убедились, что отполировать его практически невозможно.

Как отмечает сам А. Ф. Панов, «после полировки на алюминии остается мельчайшая сеть царапин, мешающих наблюдению, поэтому желательно покрытие зеркала хромом и последующая полировка его». Однако вскоре выяснилось, что хромировать алюминиевое зеркало никто не берется. В 1960 г. отдел телескопостроения Московского отделения ВАГО вынужден был обратиться за консультацией к известному оптику члену-корреспонденту АН СССР Д. Д. Максutowу, который в своем весьма обстоятельном ответе, в частности, сообщал: «Над алюминием и его сплавами в свое время я много работал, но хороших результатов получить не мог. Хромирование алюминия и его сплавов — это еще не разрешенная проблема, и понятно, что ни одна мастерская не берется за такие работы».

Но, может быть, за шесть лет что-нибудь изменилось, и эта проблема получила какое-то решение? По-видимому, нет, так как в вводной статье к брошюре Стонга говорится, что алюминиевые зеркала «шлифуются и полируются так, что на рабочей поверхности образуются паутины цара-

пин (штрихов) и других мелких дефектов в виде точек, ямочек и пр. Поверхности получаются как бы «рябыми» и потому нечистыми в оптическом отношении. Во избежание этого рабочая поверхность зеркала гальванопластически, химически или каким-либо иным способом покрывается пленкой, например, из хрома, по которой идут окончательная шлифовка и полировка астрономического зеркала». (Сам Стонг о хромировании вообще не упоминает.)

Как автор, так и редактор брошюры отмечают, что работать надо не с чистым алюминием, а с его сплавами. «Некоторые твердые светлые алюминиевые сплавы хорошо обрабатываются», — пишет Стонг. — Они выпускаются в форме стержней, остатки которых можно достать в отделах торговли цветными металлами». Но какие именно сплавы, каких марок — остается неясным. Мы не знаем, что за сплавы применяют любители телескопостроения в США, но те, которые есть в распоряжении наших любителей, безусловно не годятся.

Рекомендовав все же «попробовать» использовать вначале эти, практически непригодные материалы, О. А. Мельников советует затем перейти к нержавеющей стали. Но любителю сделать зеркало из нержавеющей стали почти невозможно. Этот металл, как известно, очень тяжело обрабатывать. Проточить заготовки можно только на токарном станке победитовым резцом, а обрабатывать

* К. Л. Стонг. Самодельный телескоп-рефлектор с металлическим зеркалом. Перевод с английского В. В. Титова под редакцией О. А. Мельникова. «Мир», 1965 г.

неркавеющую сталь шабером или напильником — настоящий сизифов труд, требующий огромного количества времени. Сверление обычным способом этот металл тоже поддается очень плохо. Шлифуется он во много раз медленнее, чем стекло. Правда, в заводских условиях у нас изготавливаются стальные зеркала до 600—700 мм диаметром, но речь идет о возможностях любителей, а не оптических предприятий.

В брошюре Стонга есть еще немало мелких недостатков, ошибок и опечаток (подчас весьма досадных), но мы на них не останавливаемся, так как обсуждаем сейчас не столько брошюру, сколько вопрос о целесообразности рекомендации любителям телескопостроения строить телескопы с металлическими зеркалами.

Мы познакомили с нашими замечаниями О. А. Мельникова, имеющего немалый любительский и профессиональный опыт в вопросах телескопостроения. Его мнение мы считаем нужным привести здесь: «Нам понятно, что изготовить металлическое зеркало из алюминия весьма сложно, трудности большие (больше, чем думать, хотя и имеет опыт, Стонг), но надо когда-то начинать, а не в виде единичных опытов, а в массовом масштабе. Мы с переводчиком В. В. Титовым (ведущим инженером Ленинградского оптико-механического объединения по астрономии) много советовались со специалистами по этому поводу, однако определенных ответов не получили. Надо экспериментировать. Что касается хромирования, то его в Ленинграде сделать легко, даже в частном порядке».

Конечно, экспериментировать надо, иначе мы просто не сдвинемся с места в практике любительского телескопостроения. Но сначала надо выработать удобную, надежную и доступную технологию изготовления металлических зеркал, а затем уже рекомендовать ее любителям. Именно

так поступал в свое время М. С. Навашин, который писал в предисловии к своим книгам «Самодельный телескоп-рефлектор» (Гостехиздат, 1953) и «Телескоп астронома-любителя» (Физматгиз, 1962): «Имея практический опыт, я мог на деле проверить все, о чем пишу. Я не сомневаюсь, конечно, что многие из моих советов далеки от идеала, зато это — советы очевидца». Там же М. С. Навашин отмечает роль «мелочей», от которых часто зависит успех всего

дела. В краткой журнальной статье Стонга, легшей в основу брошюры, многие из «мелочей» остались нераскрытыми.

Подводя итоги, приходится признать, что для широкого круга любителей телескопостроения самым доступным материалом для астрономических зеркал по-прежнему остается стекло.

В. А. БРОНШТЭН,
кандидат физико-
математических наук
М. М. ШЕМЯКИН

«ЖИЗНЬ ВНЕ ЗЕМЛИ»*

Развитие космических исследований способствовало появлению новой науки — экзобиологии, изучающей биологию Космоса. Центральная проблема экзобиологии — проблема существования жизни на планетах солнечной системы.

В книге английского любителя астрономии В. А. Фирсова «Жизнь вне Земли», изданной в Лондоне в 1963 г., сделана попытка проанализировать физико-химические основы жизненных процессов и возможность существования жизни в конкретных условиях данной планеты. При этом автор не ограничивается рассмотрением живых систем на углеродной основе. Значительную часть книги занимает разбор возможностей существования жизни в условиях высоких и низких температур и давлений, а также при отсутствии кислорода. Подробно анализируется химия жизни, роль воды как универсального биологического растворителя, а также возможность существования жизни на основе аммиака, кремния или фтористого водорода. Вероятность подобных форм жизни в пределах солнечной системы

крайне мала, а разработанная в настоящее время аппаратура для поисков жизни может обнаружить лишь системы, построенные на основе углерода.

Однако попытка создания подобных гипотетических моделей имеет определенную научную ценность.

В своей книге В. А. Фирсов затрагивает широкий круг проблем биологии, органической химии, астрономии. Поскольку вопрос существования земной жизни тесно связан с более общим вопросом о происхождении жизни, книга может заинтересовать представителей самых различных областей науки.

Необходимо отметить категоричность многих авторских оценок. Например, по мнению Фирсова, растительность на Марсе «существует, процветает». Этот вывод автора, сделанный им, главным образом, на основе эффекта Синтона, неверен уже потому, что сам эффект, как выяснилось, не связан с наличием органических соединений*.

Безусловно в книге немало и других спорных вопросов. Например, довольно странно предполо-

* В. А. Фирсов. Жизнь вне Земли. «Мир», 1966 г. Перевод с английского К. А. Любарского.

* См. «Земля и Вселенная», № 5, 1965 г., стр. 60.

жение автора о существовании на субатомном уровне «неуловимой психической субстанции». Ряд положений, имеющих принципиальное значение при рассмотрении проблемы существования жизни вне Земли, не упоминается. Так, ничего не говорится о широком распространении в Галактике простейших углеводородных соединений, об эволюции самой Галактики с обогащением ее тяжелыми элементами, об эволюции планет. Не освещены процессы образования сложных абиогенных углеводородных соединений в углистых хондритах и связи последних с кометами, а это существенно для зарождения жизни в солнечной системе. Кроме того, распространенность жизни во Вселенной в большой мере зависит от того, насколько необходима для этого центральная звезда — Солнце. Этот вопрос также не нашел своего отражения в книге В. А. Фирсова.

Многие отдельные неточности, касающиеся, например, описания процесса эволюции первичной атмосферы Земли, почти везде отмечены переводчиком.

Необходимо критически относиться к общим выводам, к которым приходит автор книги. По его мнению, жизнь в солнечной системе в той или иной форме имеется, по-видимому, на любом теле. На Луне, например, могут быть растения с очень длинными корнями, внедряющиеся в предполагаемый подпочвенный слой капиллярной воды (стр. 261). На Венере возможна хорошо развитая растительность, подобная земной, но, если температура на Венере высока, то там может оказаться разновидность кремниевой жизни (стр. 239). О наличии жизни на астероидах свидетельствуют предполагаемые биогенные элементы в метеоритах (стр. 132). На Марсе жизнь бесспорно «процветает» (стр.

279). На Юпитере жизнь также возможна, причем на разной химической основе, например, на Красном Пятне и подобных ему «островах», плавающих на больших глубинах в бездонном газовом океане (стр. 308). Нет надобности указывать, что подобные заключения, отражающие в основном представления автора, ничем не подтверждаются и в ряде случаев даже не соответствуют современному уровню знаний.

По мнению рецензентов, книга В. А. Фирсова интересна тем, что в ней обсуждаются различные представления о сложной и еще нерешенной проблеме существования жизни во Вселенной.

В. Г. ФЕСЕНКОВ,
академик
Л. М. МУХИН,
кандидат физико-математических наук

(Окончание. Начало на стр. 61).

Средний астроном стал знаменит — его портрет даже появился на обложке еженедельного журнала. А Маленький астроном все свое время продолжал проводить у телескопа да за рабочим столом. Поэтому именно он оказался у телефона, когда позвонил декан из соседнего университета.

— Кто хочет помочь нескольким студентам в их исследованиях? — обратился Маленький астроном к своим коллегам после разговора с деканом.

— Не я, — ответил Большой астроном. — Я мог бы использовать их как лаборантов, если они захотят, но у меня нет времени руководить их исследованиями.

— Не я, — ответил Средний астроном, — но я, возможно, смогу устроить их на хорошую должность, когда они закончат университет.

— Тогда, — сказал Маленький астроном, — я помогу им сам.

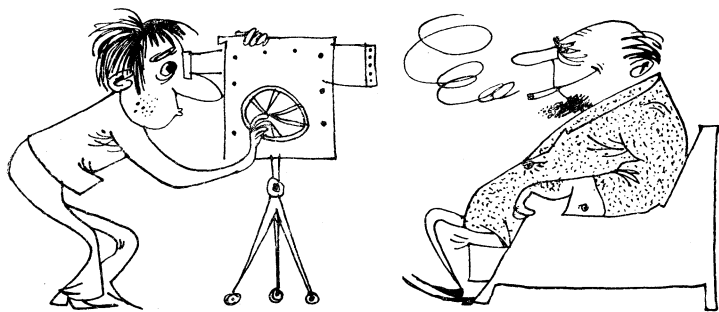
Студенты упорно трудились. Им повезло иметь на-

стоящего учителя. Вскоре они разъехались по всему миру, начали работать самостоятельно, но часто с любовью и благодарностью

вспоминали Маленького астронома.

Как-то, когда Большой, Средний и Маленький астрономы стали





очень старыми, их посетил Президент страны, в которой они жили.

— Какая здесь у вас удивительная обсерватория!— воскликнул Президент,— и вы работаете на большом телескопе каждую ночь?

— Да,— одновременно ответили три астронома.

— У меня семь лаборантов,— начал Большой астроном,— каждый из них две ночи в месяц наблюдает для меня.

— А я позирую репортерам,— продолжал Средний астроном,— когда они хотят написать о телескопе.

— О, да!— улыбнулся Президент,— я читал об этом.

— Я тоже наблюдаю,— произнес Маленький астроном, но Президент не обратил внимания на его слова.

— Как вы обрабатываете данные, которые получаете ночью?— поинтересовался Президент.

— У меня штат из пятнадцати лаборантов, которые делают основные вычисления. Я стараюсь просматривать окончательные результаты, но чаще я занят административными делами,— сказал Большой астроном.— Тогда мой штат переписывает эти данные, и я публикую их.

— Да,— сказал Президент.— Я видел, какой у вас длинный список публикаций. Вы, наверно, самый выдающийся астроном мира!

— Я доведу эти открытия до широкой публики,— подхватил Средний астроном.— Без ее поддержки мы не смогли бы иметь такой прекрасный штат лаборантов.

— Мне помогают несколько студентов,— вставил Маленький астроном.

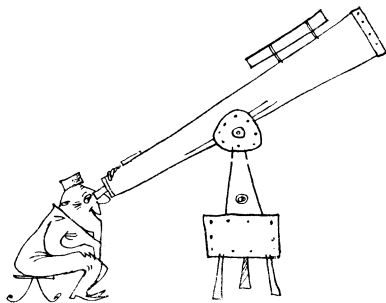
— Почту за большую честь, если вы пообедаете со мной и моим кабинетом,— сказал Президент, обращаясь к Большому астроному,— мой Министр науки бу-

дет рад встретиться с вами.— Повернувшись к Среднему астроному, он добавил:— И мой Министр общественных отношений будет рад получить ваш автограф.— Затем Президент, будучи очень культурным и снисходительным человеком, обратился к Маленькому астроному:— Вы можете прийти тоже.

— С большим удовольствием,— в один голос сказали Большой и Средний астрономы.

— Нет, спасибо, сэр,— ответил Маленький астроном,— сегодня будет ясная ночь, а на горе никого не останется. Я буду наблюдать на телескопе.

И Маленький астроном про-



стился с другими астрономами и Президентом. В сумерках никто не мог видеть, как он улыбался сам себе, когда шел к телескопу.

Перевод с английского
Э. А. ВИТРИЧЕНКО

Рисунки Ю. М. АРАТОВСКОГО

Орган секции физико-технических и математических наук
Президиума Академии наук СССР
и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Научно-популярный
журнал
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Редакционная коллегия:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук И. А. ХВОСТИКОВ
Ответственный секретарь кандидат пед. наук Е. П. ЛЕВИТАН
Кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, доктор техн. наук
А. А. ИЗOTOV, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, кандидат
физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУ-
НИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат.
наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, кандидат физ.-
мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОД-
НИКОВ, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор
физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А.
РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕ-
СЕНКОВ



Адрес редакции:
Москва, В-333
Ленинский пр. 61/1.
Тел. АВ7-78-14
АВ7-67-08

Художественный редактор
Л. Я. ШИМКИНА

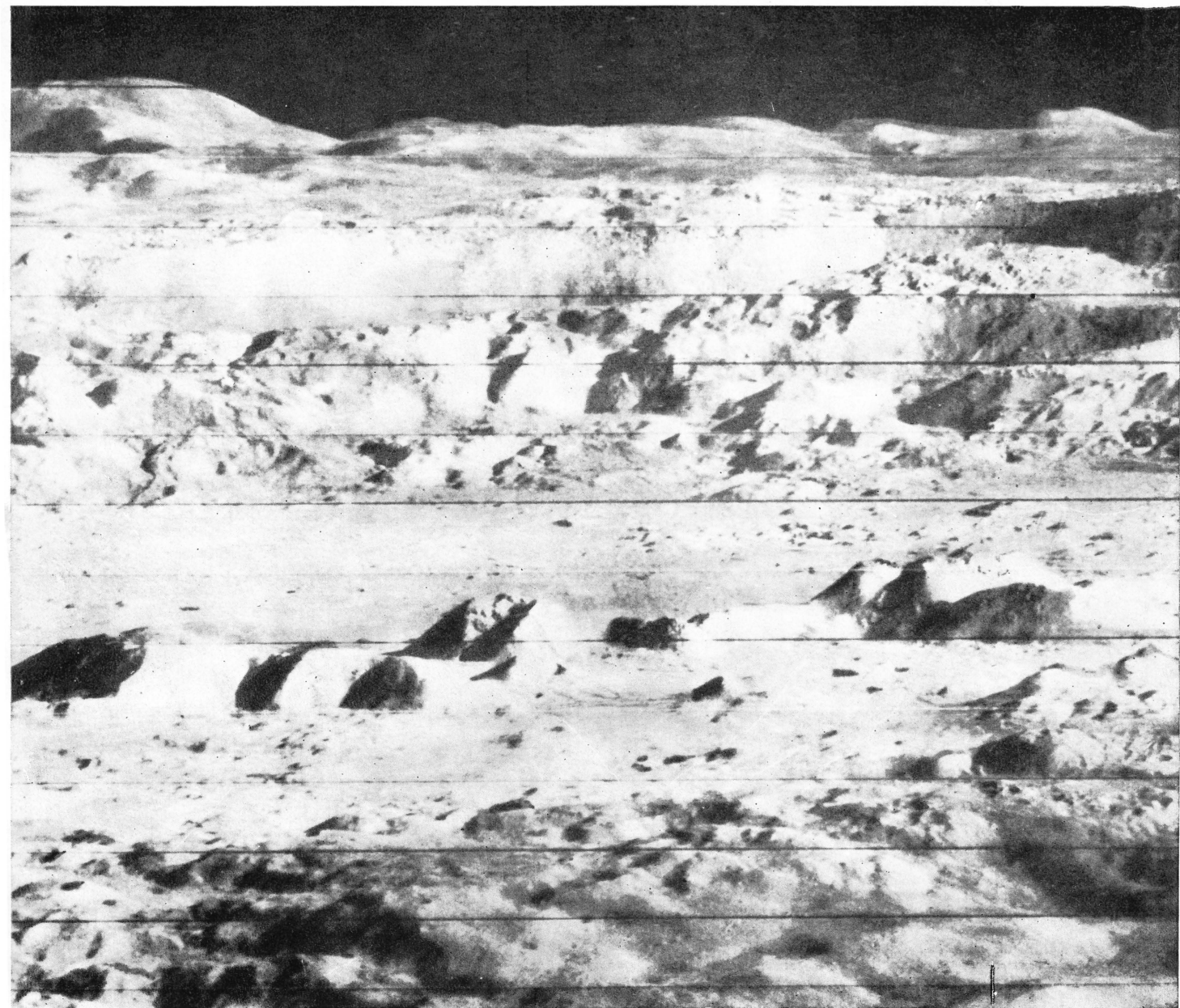
Корректоры А. М. Балунова,
Г. Н. Нелидова

Т-10646 Сдано в набор 14/V 1967 г.
Подписано к печати 8/VIII 1967 г.
Формат бум. 84 × 108¹/₁₆. Бум. л. 3,0
Печ. л. 6,0 (10,С8)
Уч.-изд. л. 10,4 Тираж 40.000 экз.
Цена 30 коп. Заказ 2684

2-я типография издательства «Наука». Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

ПОПРАВКА

Подпись под вклейкой к стр. 66 следует читать: Гравюры из
книги Яна Гевелия «*Prodromus astronomiae*» (1690 г.)
Заказ 2684



Фотография центральной части кратера Коперник, переданная американской автоматической станцией «Лунар Орбiter-2» 23 ноября 1966 г. В момент фотографирования станция находилась южнее кратера Коперник на 240 км, а от лунной поверхности на расстоянии 45 км. Горы на переднем плане поднимаются над дном кратера на высоту примерно 305 м, такой же высоты скалы дальнего кольца кратера. На горизонте слева — гора Гей-Люссак, принадлежащая горному массиву Карпаты. Высота ее около 915 м.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Цена 30 коп.



Индекс 70336